



Hodnocení kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti

Diplomová práce

Studijní program: N3106 – Textilní inženýrství
Studijní obor: 3106T017 – Oděvní a textilní technologie
Autor práce: **Bc. Tereza Pešánová**
Vedoucí práce: Ing. Petra Komárková, Ph.D.





Evaluation of combined heat and moisture transfer

Diploma thesis

Study programme: N3106 – Textile Engineering
Study branch: 3106T017 – Clothing and Textile Engineering
Author: **Bc. Tereza Pešánová**
Supervisor: Ing. Petra Komárková, Ph.D.



Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Tereza Pešanová**
Osobní číslo: **T13000085**
Studijní program: **N3106 Textilní inženýrství**
Studijní obor: **Oděvní a textilní technologie**
Název tématu: **Hodnocení kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti**
Zadávající katedra: **Katedra oděvnictví**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :


1. Rešerše zaměřená na fyziologický komfort a transport kapalné vlhkosti v textilií a možnosti jeho měření.
2. Analýza kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti v textilií z pohledu fyziologického komfortu.
3. Návrh experimentu zaměřeného na rozbor kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti a s tím souvisejícího parametru vysychavosti.
4. Vyhodnocení experimentu a formulace doporučení pro optimalizaci výše zmiňovaných vlastností.

Rozsah grafických prací: dle rozsahu dokumentace
Rozsah pracovní zprávy: cca 50 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná
Seznam odborné literatury:

- G. Bedek et al. Evaluation of thermal and moisture management properties on knitted fabrics and comparison with a physiological model in warm conditions. Applied Ergonomics. 2011. vol. 42.
- Onofrei E., Ana Maria Rocha A. M., André Catarino A. The Influence of Knitted Fabrics' Structure on the Thermal and Moisture Management Properties. 2011. [available on: www.jeffjournal.org/papers/Volume6/6.4.3Onofrei.pdf]
- Akaydin, M., Gül, R., (2014) A survey of comfort properties of socks produced from cellulose-based fibers, TEKSTIL ve KONFEKSIYON, Vol. 24, No. 1, pp. 37-46
- Rossi, R. M., et al. (2011) Transplanar and in-plane wicking effects in sock materials under pressure, TEXTILE RESEARCH JOURNAL, Vol. 81, No. 15, pp.1549-1558
- Platné normy ČSN ISO EN
- Odborné a vědecké časopisy

Vedoucí diplomové práce: Ing. Petra Komárková, Ph.D.
Katedra oděvnictví

Datum zadání diplomové práce: 11. listopadu 2014
Termín odevzdání diplomové práce: 14. května 2015


Ing. Jana Drašarová, Ph.D.
děkanka




doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
vedoucí katedry

V Liberci dne 11. listopadu 2014

Technická univerzita v Liberci
Doc. Ing. Antonín Havelka, CSc.
Katedra oděvnictví, FT
Studentská 2
461 17 Liberec

ŽÁDOST

Žádám o prodloužení termínu odevzdání diplomové (bakalářské) práce do ledna 2016.

Název diplomové (bakalářské) práce: Hodnocení kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti v textilií.

Jméno vedoucího diplomové (bakalářské) práce: Ing. Petra Komárková, Ph.D.

Jméno, příjmení a adresa žadatele: Tereza Pešanová, Studentská 3279, Mělník 276 01

Podpis žadatele: *Pešanová Tereza*

Datum podání žádosti: 21. 4. 2015

Vyjádření vedoucího práce: 21. 4. 2015 *Souhlasím Komárková!*

Vyjádření vedoucího katedry: 29. 4. 2015

HC *Souhlasím.*

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ
Katedra oděvnictví

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat své vedoucí diplomové práce Ing. Petře Komárkové Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky při realizaci této práce. Dále bych ráda poděkovala panu Chotěborovi a Třešnákovvi za vstřícnost při měření experimentální části. Velké díky patří mé rodině za veškerou podporu a zázemí, které mi poskytli při studiu.

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá transportem kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti v textiliích. V rešeršní části je definován fyziologický komfort oděvu a následně jsou objasněny vlastnosti vlhkostní a tepelně izolační. V diplomové práci jsou popsány způsoby měření těchto vlastností z hlediska fyziologického komfortu.

V experimentální části diplomové práce jsou popsány měření tepelně izolačních a vlhkostních vlastností na komerčně prodávaných ponožkách. Experimentální část se skládá ze subjektivního hodnocení a objektivního měření. Subjektivním hodnocení fyziologického komfortu ponožek byli podrobeni probandi fyzické zátěži. Objektivní měření bylo prováděno dle standardizovaných metod pomocí přístrojů Moisture Management Tester, který měří vlhkostní parametry, a C-Therm TCi analyzátoru, čímž byly měřeny tepelně izolační vlastnosti.

V závěru každého experimentu jsou naměřená data vyhodnoceny. Diplomová práce je obohacena o souhrnné vyhodnocení a optimalizaci.

KLÍČOVÁ SLOVA:

fyziologický komfort, pletenina, ponožka, tepelně izolační vlastnosti, textilie, transport vlhkosti

ANOTATION

The aim of the thesis is elucidated transport of combined heat and moisture transfer in textiles. Introduction clarifies physiological comfort of cloth and then the properties of humidity and heat insulation. The thesis describes methods for measuring these characteristics in terms of physiological comfort.

There is described the measurement of thermal insulation properties and moisture properties on commercially sold socks in the experimental part of the thesis. There are subjective evaluation and objective measurements in an experimental section. Subjective evaluation of the physiological comfort of socks probands were subjected to physical stress. Objective measurements were performed according to standardized methods using Moisture Management tester for measuring the humidity parameters, and C-Therm TCI analyzer for measuring thermal insulation properties.

There are evaluated measurement data at the end of each experiment. The thesis is enriched with summary evaluation and optimization.

KEY WORDS:

physiological comfort, knitting, sock, thermal insulation properties, textiles, moisture management

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ	14
ÚVOD	18
REŠERŽNÍ ČÁST	19
1 Komfort oděvu	19
2 Soustava organismu – člověk, oděv a okolní prostředí	21
2.1 Oděv	21
2.1.1 Prostředí	22
2.1.1.1 Studená oblast	22
2.1.1.2 Střední oblast	23
2.1.1.3 Horká suchá oblast	23
2.1.1.4 Horká vlhká oblast	23
3 Kůže	24
3.1 Základní parametry kůže	24
3.2 Skladba kůže	25
3.3 Termoregulace	26
3.3.1 Faktory ovlivňující termoregulaci	26
3.3.2 Teplota kůže	26
3.3.3 Udržování stálé tělesné teploty	27
4 Charakteristiky sdílení tepla a vlhkosti	29
4.1 Charakteristika sdílení tepla	29
4.1.1 Sdílení tepla vedením (kondukce)	29
4.1.2 Sdílení tepla prouděním (konvekce)	29
4.1.3 Sdílení tepla sáláním	30
4.2 Charakteristika pojmů tepelných vlastností	30
4.2.1 Fourierův zákon	31
4.2.2 Měrné teplo	31
4.2.3 Součinitel teplotní vodivosti	32
4.2.4 Tepelný odpor	32
4.3 Charakteristika transportu vlhkosti	33
4.3.1 Mechanismy ovlivňující odvádění plynné vlhkosti z povrchu lidského těla	34
4.3.2 Mechanismy ovlivňující odvádění kapalné vlhkosti z povrchu lidského těla	35
4.3.3 Difuze	36
4.3.4 Kapilární odvod	36
4.3.5 Sorpční odvod vlhkosti	37

4.3.6	Migrační odvod vlhkosti	37
4.4	Hydromechanické a sorpční vlastnosti textilních materiálů	37
4.4.1	Hydroskopičnost	37
4.4.2	Vzlínavost	37
4.4.3	Smáčení	38
4.4.4	Vysychavost	38
4.4.5	Sorpční vlastnosti	39
5	Způsoby měření fyziologického komfortu	40
5.1	Subjektivní hodnocení a jeho kombinace	40
5.1.1	Dotazník	40
5.1.2	Příprava dotazníku	40
5.1.3	Výběr respondentů	41
5.1.4	Způsoby dotazování	41
5.1.5	Druhy otázek	41
5.1.6	Zpracování dat.....	42
5.2	Objektivní hodnocení tepelných a vlhkostních parametrů	42
5.2.1	Alambeta	42
5.2.2	C-Therm TCi analyzátor	43
5.2.3	Togmetr	43
5.2.4	Sweating guarded hotplate (SGHP)	43
5.2.5	Metoda DREO.....	44
5.2.6	PSM 2 - Skin model	44
5.2.7	Permetest	44
5.2.8	Moisture management tester	45
5.2.8.1	Popis přístroje.....	46
5.2.9	Sedm hlavních typů textilií	46
6	Textilie	48
6.1	Charakteristika tkaniny	48
6.2	Charakteristika pleteniny	49
6.2.1	Rozdělení pletenin.....	49
6.2.2	Vlastnosti pletenin.....	49
6.2.3	Druhy pletených výrobků.....	50
6.2.3.1	Ponožky.....	50
6.2.4	Používané materiály	51
6.2.5	Funkční materiály pro výrobu sportovních oděvů	52
7	Současný stav přestupu tepla a vlhkosti v odborné literatuře.....	54

7.1	Studie zabývající se objektivním a subjektivním měřením přestupu vlhkosti	54
7.2	Studie zabývající se tepelně izolačními a vlhkostními vlastnostmi.....	55
7.3	Studie zabývající se transportem vlhkosti u ponožek	56
7.4	Studie zabývající se tepelně izolačními vlastnostmi pletenin.....	57
7.5	Studie zabývající se vlivem struktury pletenin na tepelné a vlhkostní vlastnosti	58
	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	60
8	Charakteristika testovaných materiálů.....	61
8.1	Základní řada	61
8.2	Klasická řada.....	62
8.3	Funkční řada	63
9	Subjektivní hodnocení fyziologického komfortu ponožek	64
9.1	Příprava experimentu	64
9.2	Postup a podmínky při testování probanda.....	65
9.3	Zpracování a vyhodnocení dotazníků	66
9.3.1	Vyhodnocení dotazníků - obecné informace.....	67
9.3.2	Vyhodnocení otázek z hlediska fyziologického komfortu.....	68
9.3.3	Osobní vyjádření probandů k otázkám fyziologického komfortu ponožek.....	71
9.3.4	Souhrnné vyhodnocení fyziologického komfortu	72
9.3.5	Grafické vyhodnocení fyziologického komfortu	74
9.3.6	Zaznamenání a vyhodnocení přívažku potu.....	76
9.4	Diskuze výsledků	76
10	Experimentální měření na Moisture management tester.....	78
10.1	Charakteristika měřených hodnot	78
10.2	Příprava experimentu	78
10.3	Postup měření	79
10.4	Zpracování výsledků.....	81
10.5	Vyhodnocení výsledků	84
10.5.1	Grafické vyhodnocení vlhkostních parametrů	87
10.6	Diskuze výsledků	91
11	Experimentální měření pomocí C–Therm TCi analyzátoru.....	92
11.1	Charakteristika měřených hodnot	92
11.2	Příprava experimentu	93
11.3	Podmínky a postup měření	93
11.3.1	Měření za vlhka.....	94
11.3.2	Postup měření.....	95

11.4	Zpracování naměřených dat.....	95
11.5	Vyhodnocení výsledků měření	98
11.6	Diskuze výsledků.....	103
ZÁVĚR		104
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		107
SEZNAM OBRÁZKŮ		112
SEZNAM TABULEK		115
SEZNAM PŘÍLOH.....		117
PŘÍLOHY		118

SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

% - procenta

Θ - smáčecí úhel (odpalovací efekt)

$\frac{\partial t}{\partial n}$ – teplotový spád ve směru tepelného proudu

ϕ'' – absolutní vlhkost nasyceného vzduchu

m_p – hmotnost vodní páry

m_v – hmotnost suchého vzduchu

Q_{od} – tepelné ztráty v důsledku odpařování difúzní vlhkosti

Q_{odc} – tepelné ztráty v důsledku odpařování vlhkosti z horních cest dýchacích

Q_{pr} - tepelné ztráty prouděním

Q_s – tepelné ztráty sáláním

Q_{ved} – tepelné ztráty vedením

P_p'' – tlak sytých par při téže teplotě

Q_{op} – tepelné ztráty odpařování potu

Q_{ov} – tepelné ztráty na ohřev vydechovaného vzduchu

Q_{tt} – je tvorba tepla v organismu

Q_{tz} – vnější tepelné záření

σ_{21} - povrchové napětí textilie - vzduch

σ_{23} - povrchové napětí voda - textilie

σ_{31} – povrchové napětí voda - vzduch

ϕ – absolutní vlhkost vzduchu

ΔP – spád parciálního tlaku páry

$\Delta p_{\text{pare}}/\Delta x$ – gradient parciálních tlaků

Δt – teplotový spád

ΔQ – změna tepelného stavu organismu proti stavu tepelné pohody definice tepla

$^\circ$ – úhlový stupeň

$^\circ\text{C}$ – stupeň Celsia

α – teplotní vodivost

a.s. – akciová společnost

b – tepelná jímavost

BF – Bamboo + flax 24 tex

c – specifické teplo

cca - cirka

c_p – měrné teplo za stálého tlaku

CS – Cotton + Seacell 19 tex

ČSN – Česká technická norma

d – průměr nitě

D – tělesná výška

dF – plocha uvažovaného průřezu

D_p – difuzní koeficient

DWR – Durable Water Repellent

$d\tau$ – diferenciál času

E – sálavost tělesa

e – tepelná efektivita

EN – tlačítko ENTER

F_p – pevnost pleteniny

g/h – gram za hodinu

g/m^3 – gram na metr krychlový

h – tloušťka materiálu

H_f – hustota sloupku

H_s – hustota řádku

ISO - International Organization for Standardization

J – joule (jednotka práce)

K – Kelvin

$kcal/h$ – kalorie za hodinu

$kcal/kg^\circ C$ – kilokalorie na kilogram při teplotě

$kcal/m^2h^\circ C$ – kilokalorie na metr krychlový v hodině při teplotě

$kcal/mh^\circ C$ – kilokalorie na metr v hodině při teplotě

kg – kilogram

$kg/s/m^2$ – kilogram za sekundu na metr čtvereční

$kg s^2/m^2$ – kilogram za sekundu na druhou na metr čtvereční

kPa – kilopascal

l – délka nitě ve vazebním prvku

l – rozměr tělesa

$l.h^{-1}$ – litr za hodinu

$l/^\circ C$ – litr při teplotě

m – metr

m/s^2 – metr za sekundu na druhou

m^2 – metr čtvereční

min. – minuta

ml – mililitr

mm – milimetr

MMT – Moisture management tester

mNtex – mili Newton na jednotku jemnosti

NaCl – chlorid sodný

NF – certifikační značka ve Francii

OMMC – celkový ukazatel managementu vlhkosti

P – povrch těla

PA – polyamid

PC – osobní počítač

PCM – Phase Change

PD – Package Definition File

$P_k > P_o$ – arciální tlak páry pokožky je větší než parciální tlak páry v okolí vzduchu

P_k - parciální tlak páry pokožky

P_o -parciální tlak páry v okolí vzduchu

P_p – parciální tlak ve vzruchu

p_{WE} – gradient mezi koncentrací vody a parciálním tlakem

p_{WSAT} – gradient mezi koncentrací nasycené páry či nasyceným tlakem

R_{CL} – celkový odpor oděvu

S – směrodatná odchylka

s.r.o. – společnost s ručením omezeným

S^2 – rozptyl

SGHP – Sweating guarded hotplate

ST – tlačítko start

t – tloušťka pleteniny

tex – jednotka jemnosti

tj. – to jest

t_{WBG} – teplota mokrého kulového teploměru

Tzn. – to znamená

USB – Universal Serial Bus

V – váha těla

V - variačními koeficient

viz. – vidět

w – rozteč sloupku

W – watt (výkon)

\bar{x} - průměr

ZJ – zátěžná jednolící pletenina

β – součinitel objemové roztažnosti

ε_p - tažnost

λ – tepelná vodivost

ρ_s – plošná hmotnost

Φ – dotykový úhel

χ – měrná vlhkost

ρ – hustota

R – tepelný odpor

dQ – množství protékajícího tepla

α - přestup tepla

μ - dynamická viskozita

ÚVOD

Každodenním raním úkonem člověka je obléct se do volnočasového, pracovního, sportovního či společenského oblečení. Důsledkem toho dochází ke kontaktu pokožky a textilie. Pro každého z nás je tedy důležité, aby docházelo ke stavu pohodlí při nošení. Textilie by měla být příjemná z hlediska smyslového komfortu (hmatového vnímání). Oděv, který je vyroben z textilie by měl odvádět vlhkost od těla a nemělo by docházet k přehřívání organismu při běžných či sportovních činnostech.

Teoretická část je zaměřena na vlastnosti, které ovlivňují fyziologický komfort, pozitivně či negativně. Hlavním úkolem teoretické části je objasnit metody kapalného transportu a přestupu tepla a vlhkosti v textiliích, metody a přístroje, kterými lze tyto vlastnosti měřit.

Experimentální část se skládá ze subjektivního a dvou objektivních měření. Subjektivní hodnocení bylo prováděno na sedmi probandech, kteří byli podrobeni fyzické zátěži při daném časovém intervalu. Probandi vyhodnocovali do dotazníku osobní názory (pocity) k testovaným ponožkám z hlediska fyziologického komfortu. První objektivní měření bylo prováděno na přístroji MMT, kterým se měřily vlhkostní parametry ponožek. Druhým objektivním měřením se vyhodnocovaly tepelně izolační vlastnosti ponožek pomocí přístroje C-Therm TCi analyzátoru.

V závěru jsou vyhodnoceny všechny experimenty a je navrženo doporučení k optimalizaci z hlediska těchto vlastností na testovaných vzorcích.

REŠERŽNÍ ČÁST

1 Komfort oděvu

V dnešní době výrobci i uživatelé kladou důraz na vysokou funkčnost oděvů při nošení. Je důležité, aby textilní materiál, ze kterého je oděv vyroben poskytoval nositeli vysoký komfort.

„Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu, a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Komfort lze také vyjádřit, tak že v daném oděvu člověk pociťuje pohodu.“ [1, s. 7]

Komfort rozdělujeme na:

Psychologický – Toto rozdělení komfortu je definováno pomocí lidského smýšlení (mysli). Psychologický komfort je ovlivňován pěti aspekty a to klimatickými podmínkami, dále ekonomickými, historickými, kulturními, sociálními a individuálními. [1]

Senzorický - komfort lze definovat pomocí vjemů a pocitů, které nastávají při dotyku pokožky člověka s textilií, ze které je vyrobený daný oděv. Pocity, které mohou nastat, mohou být příjemné či nepříjemné. Senzorický komfort se dále rozděluje na komfort nošení a na omak. Komfort nošení ovlivňuje např. povrchová struktura použitých textilií, specifické mechanické vlastnosti, dále schopnosti textilií, které dokáží absorbovat a transportovat plynou nebo kapalnou vlhkost. Tyto vlastnosti souvisí s komfortem fyziologickým. [1]

Patofyziologický – Na tento typ komfortu je nahlíženo z hlediska působení chemikálií, které jsou absorbovány v dané textilii. Různé druhy chemikálií (např. organická rozpouštědla, sole, syntetické prací prostředky, barviva atd.) mohou působit negativně na pokožku člověka a způsobovat kožní onemocnění. [1]

Termofyziologický - Tento typ komfortu je spjat s termoregulačním systémem lidského organismu. Lidské tělo je složitý mechanismus, který potřebuje k životu, aby jednotlivé procesy probíhaly v určité rovnováze a z tohoto důvodu je důležitá termoregulace lidského organismu, která ovlivňuje přenos tepla odvedeného od těla do okolního prostředí. Různé množství tepla může být odváděno od těla několika způsoby např. sáláním, prouděním, vedením, odpařováním a dýcháním. [1]

K přenosu tepla vedením (kondukcí) dochází při kontaktu pokožky s chladnějším prostředím. Vedením se hlavně přenáší teplo mezi pokožkou a textilií a mezi jednotlivými textilními vrstvami.

Přenos tepla prouděním (konvekci) představuje nejvýznamnější přenos tepla mezi člověkem a okolním prostředím. Transport tepla je způsoben pohybem částic tekutiny. Mezi pokožkou a textilií vzniká tzv. tepelně mezní vrstva (mikroklima), ve které dochází k poklesu tepla. [1]

Přenos tepla zářením je založen na množství slunečního záření, které prostupuje textilní vrstvou. Při přenosu tepla zářením dochází k procesu, kde je část záření pohlcena, odražena a další část slunečního záření jde skrz textilní vrstvu. K odvodu plynné vlhkosti dochází dvěma způsoby prouděním a vedením. Relativní vlhkost vzduchu je důležitý parametr, který ovlivňuje odvod kapalné vlhkosti. U odvodu kapalné vlhkosti dochází prostřednictvím transportu potu mezi pokožkou a textilií. K transportu vlhkosti dochází difuzí a to sorpčně nebo kapilárně. [1]

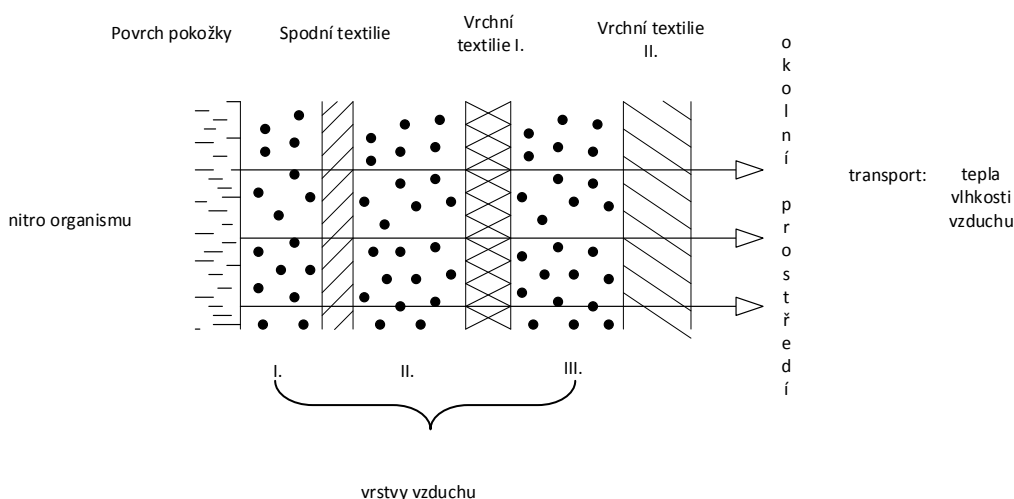
2 Soustava organismu – člověk, oděv a okolní prostředí

Mezi hlavní složky fyziologie odívání patří organismus (člověk), oděv a prostředí. Fyzikální vlastnosti těchto složek jsou vzájemně závislé jedna na druhé.

2.1 Oděv

Již od nepaměti oděv chránil lidské tělo vůči nepříznivým vlivům počasí. Mezi oděvem a organismem neustále dochází k přestupu tepla a vlhkosti. Přestup tepla a vlhkosti ovlivňuje typ materiálu a stříhová konstrukce oděvu. Je obvyklé, že oděv tvoří několik mezivrstev, kde každá mezivrstva tvoří elementární jednotku oděvního systému. Tato jednotka se skládá z vrstvy volného vzduchu, vrstvy textilie a následně vrstvy uzavřeného vzduchu. V mezivrstvách probíhají procesy, které ovlivňují pocity jedince. Je tedy velmi důležité, aby se docílilo ideální teploty v jednotlivých mikroklimatech. [1]

Důležitý faktor, který ovlivňuje fyziologický komfort je vlhkost vzduchu pod oděvem, která by se měla pohybovat v rozmezí 30% - 60%. Podstatné je, aby docházelo k odvádění kapalné vlhkosti (potu) od těla do okolního prostředí. Dalším faktorem je kumulace oxidu uhličitého pod oděvem, vzniká procesem kožního dýchání. Tento proces, když překročí mezní hranici 0.8% množství oxidu uhličitého pod oděvem vyvolává nepříjemné pocity při nošení a zároveň omezuje transport tepla mezi okolním prostředím a pokožkou. Vliv na tvorbě oxidu uhličitého má i počet vrstev oděvu. [1] [4] [5]



Obrázek 1 Schéma oděvního systému[1]

Existují čtyři druhy procesů:

- „Fyzikální procesy - v oděvu a v okolním prostředí, jako transport tepla a vlhkosti oděvem a mechanické chování textilie během nošení.
- Neurofyzilogické procesy - tj. neurofyzilogické mechanismy systému senzorického příjmu těla a jejich interakce s oděvem během nošení.
- Termofyzilogické procesy - tj. tepelná rovnováha a komfort těla, jeho termoregulační reakce a dynamické interakce s oděvem a okolím.
- Psychologické procesy - tj. procesy tvořící subjektivní vnímání komfortních pocitů a upřednostňování jednotlivých senzorických signálů.“ [1, s. 32]

2.1.1 Prostředí

Lidský organismus se od narození pohybuje ve (vnějším) prostředí, které na něj působí. Z těchto důvodů je důležité, aby člověk přizpůsobil oděv danému prostředí. Prostředí dělíme na:

- pracovní prostředí – je definováno teplotou mokrého kulového teploměru t_{WBG}
- zeměpisně podnebí – typy zeměpisného podnebí dle normy ČSN 721-2-1[1]

2.1.1.1 Studená oblast

Studenou oblast ovlivňují především síla větru (snižuje záporně teplotu) a intenzita UV záření (zeslabenou ozónovou vrstvou a v zasněžených oblastech způsobena odrazem slunečního záření od krystalů sněhu). Ve studených oblastech se počítá s vyšší fyzickou námahou. Z těchto důvodů by měl oděv být prodyšný a propustný, aby nedocházelo ke snížení tělesné teploty. Pro studenou oblast se doporučuje oděv s více vrstvami (vícevrstvý oděv má v sobě uzavřeno větší množství vzduchu a tím se zlepšuje tepelný odpor oděvu), např. pro člověka, který žije na severním pólu, je vhodné, aby měl na sobě oblečen pětivrstvý oděv. [1]

System pětivrstvého oblečení:

- spodní prádlo – má odvádět vlhkost od těla
- druhá spodní vrstva- (košile, rolák) – odvádí vlhkost + reprezentativní vzhled
- zateplovací vrstva – zajištění tepelné izolace (vločky z perí či syntetických vláken)
- svrchní vrstva – ochranná před nepříznivým počasím
- vrstva do extrémních podmínek - tkaniny se speciálními úpravami, vrstva chrání před větrem a deštěm[1]

2.1.1.2 Střední oblast

Ve střední oblasti se teploty pohybují v rozmezí $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vlhkost se pohybuje v maximálním rozmezí 17 g/m^3 . V této oblasti se v zimním období doporučuje chodit ve vícevrstvěm oděvu. Avšak v letním období je počasí podobné horkým oblastem. [1]

2.1.1.3 Horká suchá oblast

Tato oblast je charakterizována horkým suchým klimatem s nízkou vlhkostí. Teploty se v těchto místech pohybují až ke 43°C , ale v nočních hodinách teplota klesne až do $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z těchto důvodů vznikají v těchto lokalitách písečné bouře. V horké suché oblasti je podstatné zajistit odvod potu od pokožky. V této oblasti se nosí oděvy z přírodních materiálů, které zajišťují tyto procesy a dále by se měla nosit pokrývka hlavy a brýle proti UV záření. Během chladných nočních večer by měl člověk použít vícevrstvého oděvu. [1]

2.1.1.4 Horká vlhká oblast

Tato oblast se vyznačuje vysokou vlhkostí vzduchu, která se pohybuje kolem 30 g/m^3 a teploty jsou v rozmezí $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $35\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nevýhodou z hlediska komfortu je v této oblasti rozdíl parciálních tlaků vodní páry na povrchu potícího se těla ku parciálnímu tlaku okolí. Další nevýhodou této oblasti jsou časté lijáky, které přináší příznivé podmínky pro plísně. Do této oblasti se doporučují oděvy z bavlněného materiálu, které mají dobrou absorpci, avšak hrozí riziko vzniku plísní. [1]

3 Kůže

Kůže je největší ucelený zevní orgán na lidském těle, který chrání lidské tělo před okolním prostředím. Kůže je speciální orgán, který odolává škodlivým, mechanickým, chemickým a tepelným, vlivům prostředí. Vlivem podkožního tuku je lidské tělo v pozitivním slova smyslu izolováno. Další výhodou kůže a podkožního tuku je, že tělo chrání před mechanickými vlivy působící tlak např. nárazy a údery. Kůže resp. pokožka se vyvinula v orgán se stálou obnovou buněk a trvalou tvorbou Keratinu. Neporušená celá kůže u savců je základní podmínkou života.[2]

Odstraní-li se u savce více jak 30% pokožky a následně teplota klesne pod hraniční teplotu 28 °C tak nastává smrt. Důvodem je, že lidský organismus nedokáže udržet tělesnou teplotu a nemá dostatek energie na regeneraci. [2]

3.1 Základní parametry kůže

Tloušťka kůže je na lidském těle rozdílná. Důvodem je, že pokožka je vystavována na určitých místech velkým tlakům, např. v partiích chodidel, dlaních či hýždích. Tloušťka kůže na očních víčkách je 1 – 3 mm. Na rozdíl tomu tloušťka kůže na chodidlech se pohybuje v rozmezí 9 – 15 mm. Dalším základním parametrem kůže je její hmotnost. Hodnoty hmotnosti kůže se uvádí i s podkožním tukem, který má tendenci kolísat v životě člověka. Nárůst podkožního tuku pozitivně či negativně ovlivňuje nedostatečný přísun kalorií. U dospělého člověka váží kůže 3,5 – 6 kg. Když se připočítá tuková tkáň, která se ukládá pod podkožní vrstvu, tak lze k této vrstvě připočítat 5 – 20 kg. Avšak váha samostatné pokožky váží asi 0,5 kg. Plocha kůže je individuální u každého jednotlivce, kolísá však v určitých fázích života. Plocha kůže má rozhodující vliv na výpočet dostačujícího látkového množství, které ovlivňuje energetickou bilanci lidského organismu. [2]

Lze vypočítat povrch těla neboli kožní plochu dle daného vzorce:

$$P = 71,84 V^{0,425} \cdot D^{0,725} \quad (1)$$

Kde:

P – povrch těla (m^2)

V – váha těla (kg)

D – tělesná výška (m)[2]

Standardně kůže obsahuje z celkového množství krve pouze 10%. Kůže za daných okolností (např. zvýšení okolní teploty) obsahuje větší množství krve v pokožce, a důsledkem toho dochází k reakci zčervenání. [2]

3.2 Skladba kůže

Kůže se skládá z několika vrstev. Na kůži rozeznáváme povrchovou vrstvu tvořenou z buněk Epidermis. Dále se pokožka skládá ze spodní části vazivové, škáry a cutis. Horní část pokožky tvoří zrohovatělé dlaždicové vrstvy, které vytvářejí tzv. vrstvu rohovou, která se neustále odlupuje. Tato vrstva je zásobována buňkami ze zárodečné vrstvy „*stratum germinativum Malpighii*“. [2, s. 21]

Při mechanickém nárazu může dojít ke stržení dané vrstvy pokožky. Vrstva bazální zajišťuje pevné spojení mezi pokožkou a škárou a zabraňuje tomuto počínání. Další zónou je vrstva ostnitá, která se skládá z více vrstev polyedrických buněk a nachází se nad základní zónou. Následující zónu pokožky tvoří zóna *stratum granulosum*, která se skládá z řad oploštěných buněk, které obsahují v plazmatu shluky hrubých světlolomných zrníček. Poté následuje zóna *stratum lucidum* a zcela povrchní vrstva je *stratum corneum* tzv. rohová vrstva. [2]

Vazivová část kůže se skládá ze škáry a podkoží. Vlastnosti škáry je pevnost a pružnost. Dále je tvořena z hladkých svalů, nervů a cév. Škáru lze dělit na povrchní a hlubší zónu papilární, síťovitou část a kožní adnexa. Následuje tela subcutanea, hypoderm, vazivo podkožní a spojení fasciemi s okosticí. Vazivo je v této části proloženo tukovými lalůčky, které vytvářejí na určitých partiích těla tukové polštáře. Tato část tvoří hlavní hmotu kůže. Spodní tkáň se spojuje se spodinou.[2]

3.3 Termoregulace

„Termoregulací nazýváme schopnost organismu stabilizovat tělesnou teplotu. Důvodem je, že produkce tepla neustále kolísá. Organismus člověka představuje samoregulační systém, jehož fyziologický mechanismus se zaměřuje na udržení stálosti vnitřního prostředí na principu rovnováhy mezi množstvím tepla vytvořeného organismem a množstvím tepla odevzdaného do okolního prostředí.“ [1, s. 47]

Termoregulace je proces. Tento proces slučuje fyziologické pochody, které jsou řízené centrálním nervovým systémem udržující tělesnou teplotu v optimu, při kterém probíhají metabolické přeměny. [1]

Dělíme termoregulaci na:

- Chemickou – tvorba tepla. Chemická termoregulace může být třesová nebo netřesová termogeneze.
- Fyzikální – výdej tepla
- Termoregulační chování [1, s. 47]

3.3.1 Faktory ovlivňující termoregulaci

Tepelnou bilanci organismu ovlivňují tři základní faktory okolního prostředí, osobní faktory a doplňující faktory. Vlastnosti, které charakterizují faktory okolního prostředí, jsou např. teplota vzduchu, radiační záření, vlhkost vzduchu, atmosférický tlak, terén atd. Do osobních faktorů se řadí např. hodnota metabolismu, produkce potu jedince, druh oblečení, zátěž a její intenzita. Mezi doplňující faktory patří potraviny, které jedinec sní, tělesná konstrukce jedince, pohlaví, věk, fyzický stav a mnoho dalších proměnných.[3][1]

3.3.2 Teplota kůže

Rozeznává se teplota jádra (jedná se o teplotu orgánů a tkání) a teplota povrchu těla. Lidské tělo si udržuje stálou teplotu jádra v rozmezí 36 – 37 °C. Teplota pokožky je 35,6 °C a teplota v kůži je 35,2 °C, při teplotě okolního prostředí 20 °C. Teplota jedince kolísá v rozsahu ± 4 °C. Kolísání ovlivňují vnitřní a vnější vlivy. Lidská kůže může obsahovat rozličné hodnoty teploty, které vypovídají o pocitech a fyzickém stavu jedince. Teplota kůže na lidském těle je rozdílná na různých částech těla, např. teplota v podpažní jamce je přibližně 36,7 °C, na rozdíl tomu teplota na špičce nosu je v rozmezí

20 – 28 °C. Teplota lidského těla a pokožky je dána systémem krevního oběhu a také psychikou daného jedince. Na teplotu kůže má velký vliv i oděv. [2]

Tab. 1 Tepelné pocity a teplota kůže ve stavu fyzického a psychického klidu [3]

tepelné pocity	velmi horko	horko	tepló	pohoda	chladno	zima	velká zima
teplota kůže (°C)	Nad 36 °C	36 °C ± 0,6 °C	34,9 °C ± 0,7 °C	33,2 °C ± 1,0 °C	31,1 °C ± 1,0 °C	29,1 °C ± 1,0 °C	Pod 28,1 °C

3.3.3 Udržování stálé tělesné teploty

Tělesná teplota je dána vztahy mezi teplotou prostředí, teplotou vnitřních orgánů a mezi teplotou na povrchu pokožky. Tělesná teplota se během dne mění, např. nižší teplotu naměříme, když je člověk v klidovém režimu spánku. Lidský organismus dosáhne vyšší tělesné teploty při vykonávání vyšší fyzické aktivity. Nejnižší tělesnou hodnotu naměříme u člověka mezi 5 – 6 hodinou ranní. Dále tělesnou teplotu ovlivňuje množství tuku, které má každý jedinec uloženou v rozdílných částí těla. Vnitřní teplota u hubených lidí je nižší o 0,2 – 0,3 °C, avšak povrchová teplota je o 1,25 – 2,3 °C vyšší než u tělnatých lidí. Tělesná teplota se zvýší u žen, u kterých probíhá ovulace až o 0,5 °C [2]

„Regulace výdaje tepla je zprostředkována reflektoricky z gangliových buněk buď centrálních či vmezeřených do sympatiku a přechází na nervstvo vazomotorické.“ [2, s. 40] Hlavní řídicí centrálou tepelných reakcí je přední hypotalamus a studené reakce jsou řízeny v kaudální části laterálního hypotalamu. [40]

„Chemická regulace tělesné teploty má vliv na kůži. Látková regulace výroby tepla zvýšením metabolických pochodů je zařízena hormonálně. Účinkuje tu zejména tyroxin, kortin a mnoho dalších hormonů, které zlepšují metabolické pochody v kůži.“ Udržování stálé tělesné teploty pozitivně ovlivňují tepelné ztráty. [2, s. 40]

Tepló se ztrácí několika způsoby z těla v určitém procentuálním poměru:

- vedením a sáláním tepla z kůže 75%
- odpařováním potu z kůže 13%
- dýcháním, kdy dochází k ohřívání vzduch 2,5%
- dýcháním, kdy dochází k odpařováním vody 8%
- ohříváním pokrmů a nápojů, při jejich požívání 1,5% [2]

Je velmi důležité, aby se tělo zbavovalo vyrobeného přebytečného tepla do okolního prostředí, jinak by se lidský organismus přehřál. Pokud se zvýší teplota vzduchu či jedinec vykonává fyzickou aktivitu, tak důsledkem toho dochází k roztažení kožních cév a kůže začne červenat. Dochází k tzv. procesu vazodilatace. Opačným procesem je vazokonstrikce. V chladném prostředí se cévy stáhnou a pokožka má bledou barvu. Dochází k omezení ztráty tepla. Dalším tělesným pochodem je tzv. husí kůže. Tento proces ovlivňují svalíky vlasového aparátu, které se v chladu stáhnou a vlasový folikul vystoupí nad povrch kůže. [2]

K udržení stále tělesné teploty je podstatné, aby lidský organismus byl v klidovém, stabilizovaném stavu. Pomocí vzorce lze vyjádřit tepelnou rovnováhu organismu.[1]

$$Q_{tt} + Q_{tz} = Q_s + Q_{pr} + Q_{ved} + Q_{od} + Q_{odc} + Q_{op} + Q_{ov} \pm \Delta Q \quad (2)$$

Kde :

Q_{tt} – je tvorba tepla v organismu ($J \cdot s^{-1}$)

Q_{tz} – vnější tepelné záření ($J \cdot s^{-1}$)

Q_s – tepelné ztráty sáláním ($J \cdot s^{-1}$)

Q_{pr} – tepelné ztráty prouděním ($J \cdot s^{-1}$)

Q_{ved} – tepelné ztráty vedením ($J \cdot s^{-1}$)

Q_{od} – tepelné ztráty v důsledku odpařování difúzní vlhkosti ($J \cdot s^{-1}$)

Q_{odc} – tepelné ztráty v důsledku odpařování vlhkosti z horních cest dýchacích ($J \cdot s^{-1}$)

Q_{op} – tepelné ztráty odpařování potu ($J \cdot s^{-1}$)

Q_{ov} – tepelné ztráty na ohřev vydechovaného vzduchu ($J \cdot s^{-1}$)

ΔQ – změna tepelného stavu organismu proti stavu tepelné pohody definice tepla ($J \cdot s^{-1}$)[1]

4 Charakteristiky sdílení tepla a vlhkosti

V této kapitole jsou charakterizovány tepelné a vlhkostní parametry. Mechanismy sdílení tepla jsou založeny na teorii kinetické energie, a druhém zákoně termodynamiky.

4.1 Charakteristika sdílení tepla

Základní způsoby sdílení tepla:

- Sdílení tepla vedením
- Sdílení tepla prouděním
- Sdílení tepla sáláním
- Sdílení tepla prostupem [1]

4.1.1 Sdílení tepla vedením (kondukce)

Sdílení tepla vedením je definováno jako výměna kinetické energie molekul. Princip sdílení tepla je založen na intenzitě pohybu molekul (rotačním, kývavém atd.), který je závislý na teplotě. Při pohybu molekul dochází k nárazům. Prostřednictvím těchto nárazů dochází k předávání tepla molekulám, které mají nižší teplotu. Tento proces probíhá např. při kontaktu pokožky s první oděvní vrstvou (ponožkou, spodním prádlem). Sdílením tepla vedením probíhá v pevných látkách, kapalinách a plynech. [31]

Prostřednictvím kondukce ztrácí lidský organismus až 5% tepla. Nejčastější místa na lidském těle, kterými dochází k přenosu tepla vedením v důsledku pobytu v chladnějším prostředí, jsou např. chodidla či v oblasti zad při úkonu sezení. [1]

4.1.2 Sdílení tepla prouděním (konvekce)

K přenosu sdílení tepla při samovolném proudění tekutiny dochází v důsledku rozdílu měrných vah teplých a studených částic. Existují tři druhy samovolného proudění - laminární (částice tekutiny se pohybují rovnoběžně se stěnami kanálů), vířnaté a turbulentní. Turbulentní pohyb je pohyb, který je podél stěny neuspořádaný. Každý druh samovolného proudění má určitá pravidla, v jakých případech nastane, např. vlivem velikosti teplotního spádu mezi pevnou stěnou a tekutinou. Přestup tepla je založen na principu samovolného proudění, závisí především na daném prostoru, ve kterém dochází pouze k ohřevu či ochlazení tekutiny nebo dochází k těmto jevům zároveň. Konvekci lze rozdělit na nucenou a volnou. Volné

proudění vyvolává tíhová síla nebo hmotnostní síly či rozdíl hustot vlivem rozdílů teplot. O nucené proudění jde v případě, kdy vzniká působení vnějších vlivů např. působením čerpadla, ventilátoru. [31][36]

Přestup tepla v neomezeném prostoru můžeme charakterizovat jako přirozené proudění, které není uměle vyvoláno ani udržováno tzn., že je vytvořeno vlivem rozdílných teplot v kapalinách a plynech. Tento způsob sdílení tepla se v praxi používá velice často např. v oboru topné techniky. Přenos tepla prouděním vzniká mezi člověkem a okolním prostředím. U oblečeného člověka se utváří tzv. tepelná mezní vrstva o určité tloušťce δ , ve které probíhá teplotní spád. [31][36]

Sdílení tepla prouděním je velice složitý děj. Lze ho vypočítat pomocí veličin, které se při přestupu tepla uplatňují a to: součinitele přestupu tepla α (kcal/m²h°C), tepelná vodivost tekutiny λ (kcal/mh°C) a jejího specifického tepla c (kcal/kg°C), z měrné hmoty ρ (kgs²/m²), z dynamické viskosity μ (kgs/m²), ze součinitele objemové roztažnosti β (l/°C), gravitačního zrychlení g (m/s²), teplotového spádu Δt (°C) a délkového rozměru tělesa l (m). [31]

4.1.3 Sdílení tepla sáláním

Tento způsob sdílení tepla spočívá v přeměně tepelné energie na sálavou či zářivou. U zářivé energie dochází k přenášení elektromagnetickým vlněním, také zářivá energie závisí na teplotě tělesa, avšak není vázáno na hmotném prostředí. Každé těleso vyzařuje zářivou energii. Následně je zářivá energie při dopadu na nějaké těleso z části pohlcována, z části odrážena a z části prochází tělesem. Z toho plyne, že každé těleso nepřetržitě vyzařuje, ale také pohlcuje, odráží a propouští zářivou energii do okolí dalších těles, kde je zbylá energie pohlcena. [31][36][1]

Jednotkou sálavé energie je množství ekvivalentní velké kalorii. Energie, kterou vysílá těleso za jednotku doby, udává se v kcal/h. Množství tepla, jež vysílá povrchová jednotka za časovou jednotku, se nazývá sálavost tělesa (E). Sdílení tepla sáláním je založeno na čtyřech zákonech: Kirchhoffa, Plancka, Stefana–Boltzmanově a Lambertově zákoně. [31][36][1]

4.2 Charakteristika pojmů tepelných vlastností

V této podkapitole jsou popsány základní veličiny, které jsou nezbytné k výpočtům tepelně izolačním vlastností a posuzování tepelně izolačních vlastností látek.

4.2.1 Fourierův zákon

Jedná se o primární zákon sdílení tepla, který byl vymyšlen francouzským fyzikem Fourierem na základě praktických zkušeností. Fourierova rovnice popisuje průtok tuhým tělesem viz. vzorec (3).

$$dQ = -\lambda dF \frac{\partial t}{\partial n} dt \quad (3)$$

Kde:

dQ – množství protékajícího tepla

λ – součinitel tepelné vodivosti

$\frac{\partial t}{\partial n}$ – teplotový spád ve směru tepelného proudu

dF – plocha uvažovaného průřezu

dt – diferenciál času [31]

4.2.2 Měrné teplo

Měrné teplo lze definovat jako množství tepla, kterým se teplota přesně určené hmoty zvýší o 1K. Tato veličina je teplotně závislou konstantou, z tohoto důvodu se musí vymezit teplotní oblast, pro kterou daná hodnota platí. U polymerních materiálů je důležité vzorky nejdříve vysušit. [37]

Měrné teplo se měří pomocí směšovacího kalorimetru. Princip měření spočívá v tom, že se nejprve vzorek měřené látky dané hmotnosti vytemperuje v termostatu (dané teploty) a následně se vloží do kalorimetru o rozdílné teplotě. Měřený vzorek předá část tepla měřicímu zařízení, které po vyrovnání teplot vyhodnotí vztah, který vyhodnotí měrné teplo. [37]

$$c = \frac{M \times c_k + V_k}{m} \times \frac{t_2 - t_0}{t_1 - t_2} \left[\frac{\text{kJ}}{\text{kg} \times \text{K}} \right] \quad (4)$$

Kde:

c – měrné teplo

M – množství tepla v kalorimetru

V_k – hladina media v kalorimetru

t_0 – teplota media v kalorimetru

t_1 – teplota zkušebního tělesa

t_2 – ustálená teplota [37]

4.2.3 Součinitel teplotní vodivosti

Součinitel teplotní vodivosti je veličina, která udává rychlost vyrovnání teplotního rozdílu na dvou protilehlých stěnách. Teplotní vodivost lze vypočítat dle vzorce níže:

$$a = \frac{\lambda}{c_p \times \rho} \left[\frac{\text{m}^2}{\text{s}} \right] \quad (5)$$

Kde:

λ – tepelná vodivost

ρ – hustota

c_p – měrné teplo za stálého tlaku [37]

Tuto veličinu lze měřit na zkušebním přístroji Pykov-Stahlanově. Princip měření spočívá v tom, že se testovaný vzorek vloží mezi dvě desky o průměru 50 mm. Následně se monitoruje čas, za který se na jedné desce (o 100°C) ukáže rozdílná hodnota teploty na druhé straně desky. [37][1]

4.2.4 Tepelný odpor

Je vlastnost materiálu, která ovlivňuje tepelně izolační vlastnosti materiálu. Tepelný odpor ovlivňuje především tloušťka, povrch materiálu a tepelná vodivost. Tepelný odpor lze vypočítat dle vzorce níže: [38][1]

$$R = h/\lambda \quad (6)$$

Kde:

h – tloušťka materiálu [mm]

λ – tepelná vodivost [$\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \text{K}^{-1}$]

R – tepelný odpor [W/m K]

Celkový odpor oděvu značen R_{CL} . Lze tuto veličinu spočítat z hodnot odporu jednotlivých vrstev oděvu. [38][1]

4.3 Charakteristika transportu vlhkosti

Vlhkost je fyzikální parametr, který v extrémním množství může způsobovat ztráty při výrobě, úbytky materiálu či negativně ovlivňuje pocity jedince, např. když dochází ke kontaktu vlhké textilie a pokožky. Je prokázáno, že za mokra mají textilní materiály vyšší koeficient tření, který negativně koreluje s komfortem. Přebytečná vlhkost může také způsobit např. to, že oděv bude těžší a dojde k poškození kůže.[39][40][41]

Vlhkost vzduchu lze definovat jako obsah vodní páry vztažené k jednotkovému objemu vzduchu, který je v reálném stavu ze směsi suchého vzduchu a vodní páry a zároveň je vlhkost závislá na teplotě. Vlhkost může být měřena v jednotkách absolutních, relativních vlhkosti či měrné vlhkosti. [40]

Absolutní vlhkost Φ

Je definována jako hmotnost vodní páry v jednotce objemu vzduchu s jednotkou gram na krychlový metr ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$). Z toho vyplývá, že jde o měrnou hmotnost parciálních tlaků vodních par. Vzduch se nasytí vodní parou a žádnou vlhkost už nepřijímá. Hodnota vlhkosti je přímo závislá na teplotě. Rostoucí teplotou roste i hodnota vlhkosti. [40]

Relativní vlhkost φ

Relativní vlhkost plynu je dána poměrem absolutní vlhkosti plynu vztažené k vlhkosti nasycenými parami za téže teploty a celkového tlaku vzduchu, a tato veličina je udávána v procentech. [40]

$$\varphi = \frac{P_p}{P_p''} = \frac{\varphi}{\varphi''} \times 100 \text{ [%]} \quad (7)$$

Kde:

P_p – parciální tlak ve vzruchu

P_p'' – tlak sytých par při téže teplotě

φ – absolutní vlhkost vzduchu

φ'' – absolutní vlhkost nasyceného vzduchu[40]

Měrná vlhkost χ

Je udávána množstvím vodní páry připadající na 1kg suchého vzduchu (vodních par). Lze vypočítat měrnou vlhkost, dle hmotnostního zlomku, který je dán poměrem hmotnosti vodních par k hmotnosti suchého vzduchu viz. vzorec níže. [40]

$$\chi = \frac{m_p}{m_v} \text{ [kg} \cdot \text{kg}^{-1}] \quad (8)$$

Kde:

m_p – hmotnost vodní páry

m_v – hmotnost suchého vzduchu[40]

Pro odvod rychlosti vlhkosti je rozhodující rozdíl parciálních tlaků, který by měl být co největší. Důsledkem malého rozdílu parciálních tlaků klesá efekt ochlazování. [40]

4.3.1 Mechanismy ovlivňující odvádění plynné vlhkosti z povrchu lidského těla

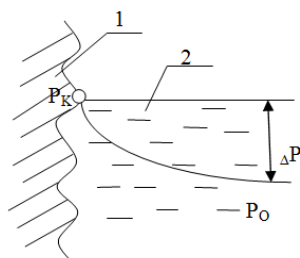
Vlhkost ve formě páry může projít otvory mezi vlákny nebo přízí. Tento proces zabraňuje pocení. V horkých podmínkách, může vlhkost zahřát organismus a způsobit únavu. V chladných podmínkách, prostřednictvím vlhkosti vzniká pokles teploty, který způsobuje v horších případech hypotermii. [41]

Vlhkost lze odvádět z oděvů vedením a prouděním. Aby došlo k odvodu plynné vlhkosti od pokožky do okolního prostředí je podstatný gradient mezi koncentrací nasycené páry či nasyceným tlakem p_{WSAT} (Pa) na povrchu lidské pokožky se skutečnou koncentrací vodní páry a parciálním tlakem p_{WE} (Pa) v okolním prostředí. Pokud je oděv vrstvený, dochází zde k odvodu plynné vlhkosti vedením (difuzí). Prostřednictvím prvního Fickova zákona lze vypočítat množství páry m ($\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$) přenesené vzduchovou mezerou o tloušťce (h), která je úměrná difuznímu koeficientu D_p ($\text{kg}/\text{m.s.Pa}$) a gradientu parciálních tlaků $\Delta p_{\text{pare}}/\Delta x$. [1]

Přenos vlhkosti hmoty prouděním vychází z Newtonova zákona o přenosu tepla konvekcí. Dle Lewisova zákona může být vypočítán koeficient přestupu vlhkosti prouděním (pro nižší rychlosti vzduchu) díky analogii mezi přestupem tepla a vlhkosti. [1]

4.3.2 Mechanismy ovlivňující odvádění kapalně vlhkosti z povrchu lidského těla

Lidský organismus prostřednictvím termoregulační činnosti produkuje vodu ve formě potu. Lidské tělo produkuje do okolí přibližně $0,03 \text{ l.h}^{-1}$ potu, když je teplota pokožky do 34°C , nad tuto teplotu lidský organismus produkuje až $0,7 \text{ l.h}^{-1}$. Aby došlo k odpaření potu, musí lidské tělo vykonat odpařovací efekt.[1]



Obrázek 2 Odvod vlhkosti z volného povrchu kůže odparem[1]

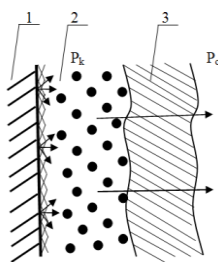
(1-pokožka, 2- venkovní vzduchová vrstva, P_k - parciální tlak páry pokožky, P_o – parciální tlak páry v okolí vzduchu, $\Delta P = P_k - P_o$)

U oblečeného člověka se transport vlhkosti řídí třemi rozdílnými způsoby:

- difuzí
- kapilárně
- sorpčně
- migračně[1]

4.3.3 Difuze

Princip difuze spočívá v přechodu vlhkosti z povrchu kůže přes textilií. Difúze je uskutečňována pomocí pórů v textilií. Velikost a křivolakost pórů pozitivně ovlivňují odvod vlhkosti. Vlhkost prostupuje textilií ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry. Podstatnou roli hraje difuzní odpor jednotlivých oděvních vrstev (různá kvalita a druh materiálu), jednotlivé odpory se sčítají a však významnou roli má odpor vzduchových mezivrstev. [1][32]

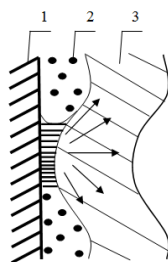


Obrázek 3 Difuzní odvod (1 - pokožka, 2- mikroklima, 3 - vrstva textilie, $P_k > P_o$) [1]

V porézním prostředí je pára převáděna vedením prostřednictvím kanálků v jednotných součástech oděvu. [1][32]

4.3.4 Kapilární odvod

Princip kapilárního odvodu potu je podmíněn tím, že pot je umístěn na kůži a dochází ke kontaktu první textilní vrstvy s potem. Následně pot vzlíná do plochy textilie všemi směry. Kapilární odvod potu je založen na knotovém efektu. Zvýšení kapilárního tlaku lze dosáhnout povrchovou úpravou vláken, kde dojde ke zvýšení drsnosti vláken např. pomocí laserové úpravy. Pro intenzivnější odvod vlhkosti je důležité, aby byla příze kompaktní a také, aby byla adheze mezi kapalinou a vláknem dostatečně malá. Příkladem vláken, kdy adhezní síly převyšují síly kapilární, jsou např. vlákna bavlněná a viskózová. [1][32]



Obrázek 4 Odvod potu první textilní vrstvou (1 - pokožka, 2 - textilní vrstva, 3 - kapalný pot) [1]

4.3.5 Sorpční odvod vlhkosti

Princip sorpce je založen na podmínce, že vlhkost či pot vnikne do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna, posléze se vlhkost či pot naváže na hydrofilní skupiny molekul. Sorpční proces je ovlivněn především typem použité vlákenné suroviny. [1][32]

4.3.6 Migrační odvod vlhkosti

Tento jev probíhá u oděvu v teplotním spádu, protože se oděvní vrstva nachází mezi teplotou mikroklimatu a okolím. Prostřednictvím těchto podmínek dochází ke kondenzaci na povrchu vláken. Voda migruje po povrchu vláken anebo je odváděna kapilárně. Jestliže, je měrný povrch větší, dochází k většímu odvodu kapaliny od pokožky. [32]

4.4 Hydromechanické a sorpční vlastnosti textilních materiálů

V této podkapitole je věnována pozornost přestupu tepla odpařováním lidského organismu, která vzniká v důsledku termoregulace. Pot je odváděn z povrchu těla přes oděv. Podstatné je, aby nedocházelo v důsledku tohoto jevu, k navlhání oděvu a tím k nepříjemným pocitům na pokožce jedince. Tento způsob přestupu tepla (opařováním) je zcela závislý na hydromechanických vlastnostech materiálu např. navlhavosti, sorpci, vzlínavosti, propustnosti a vodních par. [4]

4.4.1 Hydroskopičnost

Pod tímto pojmem si lze představit schopnost materiálu pohlcovat kapalnou a plynou vlhkost z okolního prostředí (vzduchu). Tato schopnost materiálu se vypočítá z hmotnostního poměru vody pohlčené při daném tahu, teplotě a relativní vlhkosti vzduchu k suchému materiálu. Výsledek je udáván v procentech. Hydroskopické vlastnosti textilních materiálů jsou úměrně závislé na vazbě (její hustotě), použitém materiálu (schopnosti vláken absorbovat vodu do své struktury, nasákavosti) a tloušťce materiálu. [4]

4.4.2 Vzlínavost

Je to schopnost textilních materiálu přijímat vodu do své vazební struktury prostřednictvím kapilárních sil. Tato vlastnost odvádí vodu z prostoru mezi oděvem tzv. „mikroklimatu“. Vzlínavost je ovlivňována především pórovitostí (velikostí a tvarem

pórů) a s geometrií vlákenného svazku v textilií a materiálovým složením textilie (na množství hydrofilních vláken). Měření vztlácnosti spočívá v ponoření jednoho konce úzkého pruhu vzorku do obarvené kapaliny, kde se sleduje sací výška h [mm] za určitý časový úsek. [4][32]

4.4.3 Smáčení

Ke smáčení dochází, když kapalná vlhkost prochází porézním materiálem. Smáčení textilie je definováno povrchovým napětím, které vzniká na rozhraní textilního materiálu vody a vzduchu. Smáčení souvisí nejen s povrchovým napětím, ale i rozložením pórů v textilií. U smáčení kapky vody a hladkého povrchu textilie mohou nastat dva rozdílné průběhy. U kapky vody, která má malý až nulový dotkový úhel (klesá povrchové napětí), dochází ke smáčení. V druhém případě kapka vody, která má vysoké povrchové napětí, má nepatrné smáčení. Utváří na povrchu textilie kulatou kapku. Jestliže je dotkový úhel $\Phi > 90^\circ$ je materiál nesmáčivý, avšak jeli $\Phi < 90^\circ$ textilie je smáčivá. [4][32]

Sílu rovnováhy na rozhraní pevné látky a kapaliny popisuje vzorec níže:[4][32]

$$\sigma_{23} = \sigma_{31} - \sigma_{21} \times \cos \Theta \quad (9)$$

Kde:

σ_{23} - povrchové napětí voda - textilie

σ_{31} - povrchové napětí voda - vzduch

σ_{21} - povrchové napětí textilie - vzduch

Θ - smáčecí úhel (odpalovací efekt)

4.4.4 Vysychavost

Je vlastnost textilie či materiálu odvádět vlhkost do okolního prostředí. Jestliže, má materiál či oděv rychlou dobu vysychání lze říci, že nebude docházet k diskomfortu při nošení. Vysychavost ovlivňují tyto faktory - vazba (povrchové napětí, pórovitost), materiálové složení (hydrofilní nebo hydrofobní vlákna). Přírodní vlákna bavlny, vlny jsou hydrofilní, to však neznamená, že mají dobrou vysychavost. Vysychavost lze měřit na přístroji MMT. [4][32]

4.4.5 Sorpční vlastnosti

Při sorpci dochází za daných podmínek k přijímání určitého množství plynu či kapaliny do své struktury. Veškeré parametry (kvalita, rychlost) mechanismu, druhy vazeb mezi sorbentem a sorbovanou látkou jsou dány podmínkami sorpce. Původními jevy jsou ovlivněny antedecencemi sorpce. Z hlediska těchto podmínek (náročnosti) se sorpční vlastnosti hodnotí z několika hledisek:

- faktory podmiňující sorpci
- mechanismus sorpce
- kinetika sorpce
- původní jevy pro sorpci
- vliv struktury na sorpci
- stanovení sorpce [42]

5 Způsoby měření fyziologického komfortu

V současné době se s rozvojem techniky a ekonomie měří tepelné a vlhkostní charakteristiky materiálů moderními metodami např. nedestruktivním objektivním způsobem, nebo subjektivně či kombinací těchto metod. Pomocí těchto metod se simulují podmínky probíhající na lidské pokožce a mezi pokožkou, oděvem a prostředím. Měření těchto vlastností lze měřit na různých přístrojích, z nichž každá metoda a příslušný přístroj je typicky pro jednu či druhou vlastnost a vychází z určitých předpokladů.

5.1 Subjektivní hodnocení a jeho kombinace

Testování oděvů pomocí subjektivního hodnocení lze provádět prostřednictvím zkoušky nošením, které lze zaznamenávat a vyhodnocovat prostřednictvím dotazníků. Lze vyhodnocovat pocity a vjemy probandů v časovém intervalu při běžném nošení či fyzické aktivitě v laboratorních podmínkách. [32]

Různé kombinace tohoto hodnocení měří tělesné parametry (teploty, vlhkosti atd.) v reálném čase prostřednictvím senzorů. Měření lze provádět na probandech nebo pomocí tepelných, potících se manekýnů a torz. Nevýhodou tohoto hodnocení je, že neexistují žádné normy podle, kterých testování provádět. [32]

5.1.1 Dotazník

Tato část podkapitoly je zaměřena na tvorbu dotazníku a techniky dotazování (co vše by měl splňovat dotazník). Dotazníkové výzkumy jsou rychlé, efektivní a bývají i méně finančně náročné než objektivní hodnocení na přístrojích (kde je eliminující jejich pořizovací hodnota). Při tvorbě dotazníku je důležité klást důraz na výběr respondentů, způsob dotazování a přípravu dotazníku a v poslední řadě interpretaci dat. [33][34][35]

Dotazník je způsob psaného rozhovoru a slouží k získávání informací (sběru dat). Dotazník je složen ze souboru otázek, které by měly působit jednotným, logickým dojmem. Dotazníkové šetření může mít specifický účel např. predikční, informativní nebo manipulativní. [33][34][35]

5.1.2 Příprava dotazníku

Příprava před samotnou tvorbou dotazníku je podstatná. V důsledku špatné přípravy může dojít k závažným chybám sběru informací, které v nejhorších případech

nejdou eliminovat a data se stávají nepoužitelná. Podstatné je nejprve určit cíle výzkumu. [33][34][35]

5.1.3 Výběr respondentů

Pro tvorbu dotazníkového šetření je podstatné vybrat cílovou populaci a následně vybrat základní soubor (určitou populaci lidí, která je znalá daného tématu či osoby stejného věku atd.) na, kterém bude prováděno dotazování. Z hlediska časové, finanční náročnosti není možné dotazovat se celé populace. Pro dosažení reprezentativního výběru lze použít výběrové postupy (nepravděpodobnostní, pravděpodobnostní). Nepravděpodobnostní výběry jsou ovlivněny osobním úsudkem (výzkumníka, tazatele). Tyto výběry na rozdíl od pravděpodobnostních jsou méně náročné na čas, mají snadnější organizaci. Princip pravděpodobnostních výběrů je založený na metodologických zásadách. Tyto výběry jsou relativně přesné a vylučuje vliv subjektivního zásahu do procesu výběru respondentů. Poslední fází je stanovení velikosti daného souboru a je ovlivněno cíli výzkumu. [33][34][35]

5.1.4 Způsoby dotazování

Správný výběr dotazování je ovlivněn mnoha faktory. Především časovou náročností, poskytnutím jasných informací tazatele atd. Existuje celá řada způsobu dotazování např. písemný (důraz na srozumitelnost, jednoduchost dotazníku z důvodu, že dotazník vyplňuje respondent sám), osobní (v tomto případě jsou otázky dotazovanému čteny tazatelem), telefonický a elektronický způsob dotazování (v dnešní době nejvíce využívaný). Na různé techniky dotazování se však kladou jiné nároky. Pro omezení sběru chybných informací se provádí (nulový) před-výzkum na zvolené části populace.[33][34][35]

5.1.5 Druhy otázek

Pro pestrost informací v dotazníku je nutné pokládat dotazovaným otázky nástrojové, které slouží k navození podmínek tazatele s dotazovaným. Dále by dotazník měl obsahovat filtrační, identifikační, kontrolní, dokreslující a výsledkové otázky. V dotaznících se nejčastěji objevují otázky otevřeného či uzavřeného charakteru. Otevřeného charakteru jsou otázky umožňující dotazovanému odpovědět libovolně dle svého uvážení. Výhodou i nevýhodou těchto otázek je vyjadřovací schopnost dotazovaného a náročné zpracování odpovědí. Uzavřeného charakteru jsou otázky, které

nabízejí dotazovanému několik možností odpovědi. Výhodou těchto otázek je rychlé a jasné zodpovězení pro dotazovaného. Můžeme je rozdělit na dichromatické (ano – ne), trichromatické (ano – ne – nevím) a škálové (pro vyjádření pocitů, postojů dotazovaného). Dotazovaný svůj pocit přirovná k nějakému stupni na předepsané stupnici. Jde o převedení špatně zpracovatelných informací na dobře zpracovatelné. Podstatné je zvolit správné množství škálovacích kategorií. Škála by měla být vyvážená. Z těchto důvodů se používá 5 až 7 kategorií (stupňů odpovědi). Existuje mnoho druhů škál, nejčastěji se používají grafické, číselné, nominální, ordinální a kvantitativní. [33][34][35]

5.1.6 Zpracování dat

Data získaná z dotazníku se nejdříve převedou do elektronické podoby. A následně se velké množství dat rozdělí do tříd dle znaků dané charakteristiky a zvolí se správné rozdělení. Podle, kterého se vypočítají popisné charakteristiky a vyhodnotí se odhady a hypotézy. Pro lepší názornost se data prezentují ve formě grafu (sloupcových, koláčových, krabicových atd.) a tabulek. [33][34][35]

5.2 Objektivní hodnocení tepelných a vlhkostních parametrů

V této podkapitole je vypsán výčet přístrojů a metod, kterými lze vyhodnocovat termofyziologický komfort.

5.2.1 Alambeta

Pomocí přístroje Alambeta se měří termofyzikální parametry textilních či netextilních materiálů. Přístroj Alambeta včetně teplotně vodivých parametrů měří i tloušťku (h) textilního materiálu. Přístroj pro měření používá přítlak hlavice v rozmezí 200 až 400 Pa. Před vlastním měřením trvá přibližně 15 minut uvedení přístroje do optimálního režimu. Samotné měření trvá cca 10 až 100 sekund. Textilní vzorek o velikosti 150 x 150 mm se položí na měřicí podložku a stiskne se tlačítko ST a následně se spustí vyhřívaná horní hlavice na testovaný vzorek textilie. Data měřených vlastností se zobrazí na displeji přístroje a prostřednictvím tlačítka EN se hodnoty uloží do paměti přístroje. Tyto data následně zpracuje počítač. Z několika měření (3 až 20) se vypočítá statistický přehled parametrů (tepelné vodivosti (λ), tepelného odporu (R), tepelné jímavosti (b), teplotní vodivosti (a) testovaného vzorku). [26]

5.2.2 C-Therm TCi analyzátor

Přístroj C–Term TCi měří nedestruktivní metodou v krátkém časovém intervalu tepelné a teplotní charakteristiky u textilních či netextilních materiálů. Na tomto přístroji se měří charakteristiky tepelná vodivost (λ), teplotní vodivost (a) a tepelná efuzivita (e). Výhodou tohoto přístroje je široký teplotní rozsah -50 až 200 °C u standardního přístroje a u nejnovějšího modelu lze měřit teplotu až nad 300 °C. Minimální velikost vzorku je cca 17 mm. Přístroj měří tepelnou vodivost u vzorků s minimální tloušťkou $0,5$ mm. [28]

Přístroj C–Term TCi se skládá z teplotního čidla, závaží různých hmotností a notebooku. Naměřená data se vyhodnocují a ukládají do programu Tci 2.4 v notebooku, který je připojený k přístroji. Data se dále exportují do programu Microsoft Excel. [28]

Měření probíhá za standardních klimatických podmínek. Přístroj C–Term TCi pracuje na principu přivádění elektrického proudu do spirálového teplotního čidla, na kterém je položený zkoumaný textilní vzorek. Zde dochází k jednosměrnému přenosu tepla. Na rozhraní textilního vzorku a teplotního čidla dochází ke zvýšení teploty, kde se indukuje změna úbytku napětí snímacího prvku. [28]

5.2.3 Togmetr

Tento přístroj SDL M 259 měří parametry tepelné vodivosti (λ) a tepelného odporu (R) textilií, dle normy ISO 5085. Přístroj je umístěn ve skříni, ve které je atmosféra nastavena dle normy ISO139. Textilní vzorky se do přístroje vkládají o velikosti 330 mm kruhového tvaru. Dále se přístroj skládá z teplotního čidla a topného tělesa. [27]

5.2.4 Sweating guarded hotplate (SGHP)

Přístroj SGHP simuluje parametry, které vznikají při pocení na lidské pokožce. Tento přístroj měří parametry např. odolnost vůči vodním parám, tepelný odpor a difuzní odpor při ustálených podmínkách. Přístroj SGHP hodnotí tyto parametry u tkanin, fólií, pěn a vícevrstevných oděvů. Přístroj SGHP se skládá z čtvercové elektronicky vyhřívané ploténky a bočních rámu, dvou teplotních čidel a jednoho čidla poměrné vlhkosti. Různé modely přístroje SGHP umožňují měřit rozdílné velikosti vzorků např. vzorky velikosti $(31 \pm 0,5\text{cm})$ nebo $(51,3 \pm 1,3\text{ cm})$. Přístroj je dodáván s počítačem a monitorem ve kterém je instalovaný software Mesdan Control.

Tento uživatelský software umožňuje hodnotit naměřená data v reálném čase, kalibraci a konfiguraci systému a detekci chybných měření.[24]

5.2.5 Metoda DREO

Touto metodou se vypočítá relativní paropropustnost textilií. Měření trvá cca 15 minut. Testovaný textilní vzorek se upevní na podložku mezi dvě polopropustné vrstvy. Pod spodní vrstvou je umístěná voda. Následovně je do přístroje přiváděn suchý vzduch, který prochází přes vrchní vrstvu. Vyhodnocení a zaznamenání výsledků se vypočítá ze ztráty vody, která je odečítána ze skleněné kapiláry.[1]

5.2.6 PSM 2 - Skin model

Měření na tomto přístroji odpovídá normě ISO EN 31092. Přístroj PSM2 slouží k měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám na textiliích, pomocí vyhřívané desky. Doba jednoho měření trvá cca 15 minut. Vzorek textilie o velikosti 280 x 280 mm je umístěn dvěma rámečky na měřicí podložku, která je přikryta folií. V prostoru měřicího přístroje je udržovaná konstantní teplota 35°C. Princip měření vzorku je založen na dodávání elektrické energie textilií důsledkem úbytku celkové tepelné bilance, kdy textilií prochází vodní pára. [1][25]

5.2.7 Permetest

Tento přístroj umožňuje rychlé, nedestruktivní měření a je založeno na přímém měření tepelných a výparných paramentů (relativní paropropustnosti a odolnost vůči vodním parám a tepelného odporu). Přístroj simuluje měření na lidské pokožce u textilií a folií prostřednictvím porézního povrchu modelu a zároveň dochází k zvlhčování (0,05 - 0,2 ml destilované vody). Tímto postupem dochází k simulaci ochlazování. [29] [30]

V případě měření výparného odporu a paropropustnosti se udržuje teplota v měřicí hlavici a okolním prostředí totožná ($22 \pm 2^{\circ}\text{C}$). Dochází tak k zajištění izometrických podmínek. V průběhu měření dochází ke změně vlhkosti ve vodní páru v porézní vrstvě. Vodní pára přes folii proniká měřeným materiálem. Hodnota tepelného toku (měřena speciálním snímačem) je přímo úměrná paropropustnosti textilie či nepřímo úměrná výparnému odporu. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v digitální formě a to na obrazovce PC, který je propojený s přístrojem či na displeji přístroje. [29] [30]

5.2.8 Moisture management tester

Přístroj Moisture management tester je určen k měření transportu kapalné vlhkosti u textilních materiálů. Přístroj má schopnost měřit transport kapalné vlhkosti ve více dimenzích (což je schopnost managementu vlhkosti). Tyto parametry ovlivňují pozitivně či negativně vnímání komfortu oděvu. Prostřednictvím norem a zkušebních metod lze stanovovat parametry jako je savost a nasákavost. Dle normy ISO 9073-8 lze testovat dobu průniku kapaliny u netkaných textilií. Avšak stávající normy nedovolují měřit parametry dynamického transportu vlhkosti v textiliích. [23][43] [47]

Dynamické šíření vlhkosti v textiliích se měří ve třech rozměrech konkrétně na přístroji MMT. Přístroj měří dobu pohlcování vlhkosti tkaninou z rubové i lícové strany (savost), schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti, rychlost šíření vlhkosti na rubové a lícové straně textilie (rychlost šíření/vysychání). [23][43] [47]

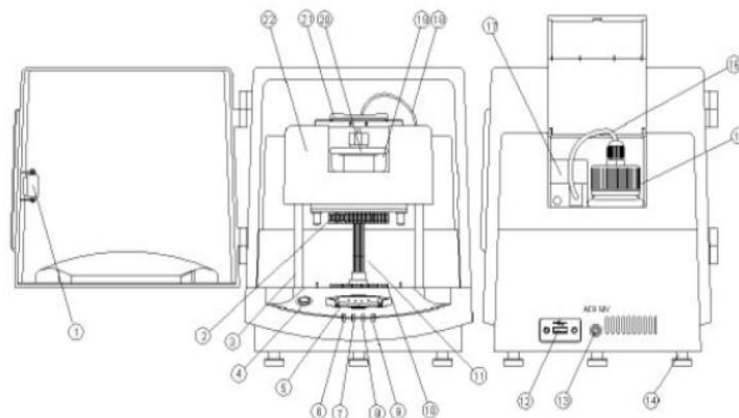
Při měření se syntetický roztok aplikuje hadičkou, většinou na horní stranu textilie, následně se sleduje šíření roztoku materiálem ve třech směrech:

- Šíření roztoku směrem k vnějším okrajům na horní straně textilie
- Přenos roztoku textilií z horní strany na spodní
- Šíření roztoku směrem k vnějším okrajům na spodní straně textilie[23, s. 5]

Z naměřených vlhkostních parametrů se vypočítává celková schopnost managementu vlhkosti testovaného vzorku. [23]

5.2.8.1 Popis přístroje

Přístroj Moisture management tester je malé zařízení o rozměrech 240 mm x 320 mm x 210 mm. Mezi horní a spodní kruhový senzor se vkládá testovaný vzorek.



Obrázek 5 Ukázka grafického schéma přístroje MMT[23, s. 8]

(1 – zámek krytu, 2 – horní čidlo, 3 – vodící lišta, 4 – vypínač napájení, 5 – vypínač čerpadla, 6 – signálka napájení, 7 – signálka čerpadla, 8 – signálka chodu přístroje, 9 – signálka připojení, 10 – dolní čidlo, 11 – datový kabel, 12 – port USB, 13 – DC vstup, 14 – nastavitelné nožičky, 15 – standardní zkušební roztok, 16 – silikonová trubice, 17 – čerpadlo, 18 – modul připojení vody, 19 – váha, 20 – spodní rukojeť, 21 – horní rukojeť, 22 – modul horního ramene)[23]

5.2.9 Sedm hlavních typů textilií

Voděodolné textilie

- Velmi pomalá absorpce roztoku
- Velmi pomalé šíření kapaliny textilií
- Nedochází k jednosměrnému přenosu ani k penetraci[23, s. 32]

Vodu odpuzující textilie

- Nedochází k navlhčení textilie
- Nedochází k absorpci
- Nedochází k šíření roztoku textilií
- Slabý jednosměrný přenos bez působení vnějších vlivů[23, s. 32]

Pomalů absorbujiící a pomalu schnoucí textilie

- Pomalá absorpce
- Pomalé šíření roztoku textilií
- Slabý jednosměrný přenos[23, s. 33]

Rychle absorbujiící a pomalu schnoucí textilie

- Střední až rychlé namočení textilie
- Střední až rychlá absorpce
- Malá oblast šíření kapaliny
- Pomalé šíření roztoku textilií
- Slabý jednosměrný přenos[23, s. 33]

Rychle absorbujiící a rychle schnoucí textilie

- Střední až rychlé namočení textilie
- Střední až rychlá absorpce
- Velká oblast šíření kapaliny
- Rychlé šíření roztoku textilií
- Slabý jednosměrný přenos[23, s. 34]

Vodě propustné textilie

- Malá oblast šíření kapaliny textilií
- Výborný jednosměrný přenos[23, s. 34]

Textilie s managementem vlhkosti

- Střední až rychlé namočení textilie
- Střední až rychlá absorpce
- Velká oblast šíření kapaliny na spodní straně textilie
- Rychlé šíření roztoku na spodní straně textilie
- Dobrý až výborný jednosměrný přenos[23, s. 35]

6 Textilie

Slovo textilie pochází z latinského slova *textilus* (tkaný). Za textilií lze označit např. pleteninu, tkaninu a netkanou textilií. Člověk vyráběl oděv z textilií již v pravěku. Nejprve se člověk naučil zpracovávat suroviny na výrobu textilií a následně z nich vyráběl tkaniny či pleteniny. S rozvojem informací, ekonomie, techniky a technologií se dnes vyrábí textilie, které zaručí jeho spotřebiteli nejen ochranu před okolním prostředím, ale i pohodlí a funkčnost. [46]

6.1 Charakteristika tkaniny

Tkaniny se vyráběly již v době neolitu na ručních tkacích strojích. Dnes se tkaniny vyrábí téměř jen strojově.

Tkaniny jsou plošné textilie, které se skládají ze dvou soustav nití útkových a osnovních, které jsou na sebe navzájem kolmé. Tkanina je tvořena pomocí vazných bodů osnovních nebo útkových. Vlastnosti tkaniny ovlivňuje vazba a materiál, ze kterých jsou zhotoveny příze a parametry přízí. Také pomocí zušlechťování lze tkanině dodat či vylepšit vlastnosti. Podstatné je u pleteniny zvolit správnou vazbu, která má vliv na splývavost, pevnost, tuhost, omak atd. Základní vazby tkanin jsou atlasová, keprová, plátňová (má vysokou pevnost). Tkaniny se vyrábějí ze stejných materiálů jako pletenina viz. podkapitoly 6.2.4 a 6.2.5. Existuje velké množství typů tkanin. [22]

V dnešní době velmi často používanou tkaninou je softshell, který je ceněn z hlediska termoregulačních vlastností. Softshellové materiály se vyznačují dobrou paropropustí a větruodolností. Jednotlivé hodnoty se u těchto vlastností mění, záleží na použití různých kvalit materiálů a použité technologie. [15]

Jsou známy dva druhy softshellů: Bezmembránový softshell je dvojvrstvý laminát. Bezmembránový softshell má vnější vrstvu nejčastěji z polyamidu či polyesteru s vodoodpudivou úpravou (DWR). Vnitřní vrstva je tvořena pleteninou, která má hřejivý omak a efektivně odvádí vlhkost od mezivrstvy do okolního prostředí. Tyto dvě vrstvy jsou spojeny pojivým materiálem. Membránový softshell je třívrstvý laminát. Membránový softshell je tvořen z téměř totožných vrstev materiálů a surovin jako bezmembránový softshell.[15]

6.2 Charakteristika pleteniny

Pletenina je textilní útvar, který je mladší než tkanina, avšak od doby jejího vzniku si drží své místo nejen v oděvním průmyslu ale i technickém, zdravotnickém atd. Pletenina je plošná textilie, která je tvořena trojrozměrným provázáním nitě nebo nití. Pleteninu lze uplést z jedné nitě či soustavy nití. Kličky vznikají pomocí deformace nitě při pletení. [6] [7]

Základním stavebním prvkem pleteniny je očko, které může být uzavřené nebo otevřené. Dojde-li k vzájemnému provázání oček, tak vznikne sloupek. Pokud-li se očka vytvoří najednou, tak vzniká řádek. [7]

6.2.1 Rozdělení pletenin

Pleteniny lze rozdělit podle vazby, tvaru a použitých nití. Pleteniny se podle vazby dělí do dvou základních skupin podle rozdílných způsobů provázání oček. Na pleteniny zátažné a osnovní. Tyto dvě skupiny se dále odlišují pomocí pletacích strojů a vlastnostmi pletenin. [6] [7] [8]

Zátažná pletenina je tvořena nití vedenou ve směru řádku. Typickým znakem zátažné pleteniny je snadná paratelnost. Zátažnou pleteninu lze uplést ručně pomocí pletacích jehlic nebo strojově na zátažných pletacích strojích. Pletařské vazby se dělí dle normy ČSN 80 0018 na zátažné jednolící, zátažné oboulící, zátažné obourubní, zátažné interlokové. [6] [7] [8]

U osnovní pleteniny vzniká celý řádek na jednou. Osnovní pletenina je tvořena v podélném směru kladení. Osnovní pleteniny jsou oproti zátažným pleteninám špatně paratelné. Osnovní vazby se dělí na osnovní jednolící a oboulící. Tyto pleteniny se pletou na osnovních pletařských strojích. [6] [7] [8]

6.2.2 Vlastnosti pletenin

Pleteniny mají rozdílné vlastnosti než tkaniny. Tyto vlastnosti umožňují nositeli či výrobci nepřeberné množství využití. Pro pleteninu jsou charakteristické vlastnosti geometrické a mechanické. [6] [7] [8]

Do geometrických vlastností se řadí např. délka nitě ve vazebním prvku (l), průměr nitě (d), rozteč sloupku (w), tloušťka pleteniny (t), hustota sloupku (H_s), hustota řádku (H_r), zaplnění pleteniny (Z) [6] [7] [8]

Mezi mechanické vlastnosti patří např. plošná hmotnost (ρ_s), pevnost (F_p), tažnost (ε_p), stlačitelnost. Tyto vlastnosti jsou důležité pro výrobce. Vlastnosti, které jsou důležité pro uživatele je např. zátrhavost, rozměrová stabilita, prodyšnost, propustnost tepla a transport vody a vodních par a měkkost. Prodyšnost vzduchu u pletenin je ovlivněna velikostí a orientací pórů. [6] [7] [8]

6.2.3 Druhy pletených výrobků

Pleteninu lze uplést v různých formách např. v metráži. Dále pleteninu lze plést ve tvaru dílu, který může být netvarovaný, plošně tvarovaný (částečně, plně) či prostorově tvarovaný. Pletené díly jsou opatřeny nepratelým okrajem. Dnešní době se pletou konstrukčně náročné výrobky, které pletou nejnovější pletací stroje. Tyto stroje pletou téměř bezodpadově a dokáží významně ovlivnit pokles finančních, materiálových nákladů. [6] [7] [8]

6.2.3.1 Ponožky

Ponožky jsou prostorově tvarované pletené výrobky, které by měly po celém svém obvodu obepínat nohu. Tyto výrobky by neměly bránit nositeli v pohybu. Dále by ponožky měly udržovat chodidla nositele v tělesné rovnováze.[48]

Ponožky jsou pleteny většinou kombinací různých vazeb. Lem ponožky se plete převážně žebrovanou jedolící vazbou s vkládáním elastinové nitě a lem bývá převěšený. Ponožka může mít zesílenou vazbu v části holeně, paty a špičky, kde je výrobek nejvíce namáhán. U sportovních ponožek bývá použit fixační pas přes nárt, který zabraňuje shrnutí ponožky. [48]

Ponožky lze rozdělit podle zakrytí části nohy (podle délky výrobku) na kotníkové, běžné, lýtkové. Ponožky dále lze rozdělit podle účelu použití např. pro běžné nošení, na sportovní aktivitu, ze zdravotních důvodů a jako módní doplněk. V poslední době uživatelé kladou velký důraz, na funkčnost výrobku např. Ponožky by měly při sportovní aktivitě (běhu) chránit nohu před nárazem a to použitím plyšové vazby či odvádět kapalnou vlhkost od pokožky prostřednictvím vazby a materiálu. Výrobci ponožky dělí dle ročního období na jarní/letní a podzimní/zimní. Zimní ponožky se vyrábí např. z vláken Merino a jsou objemnější. Do kategorie zdravotních ponožek lze zařadit kompresní a ortopedické ponožky. [48]

6.2.4 Používané materiály

Pleteniny se vyrábějí z přízí přírodních či chemických. Příze mohou být různé např. jednoduché, skané, efektní. Příze se vyrábí z jednoho druhu materiálu či ze směsi materiálů různé jemnosti, zákrutu, barevnosti atd. [14]

Zpočátku se pletenina vyráběla z přírodních materiálů např. vlny, bavlny. Vlna je přírodní živočišné vlákno, které má vysokou tažnost, pružnost, která se za mokra zvyšuje a má dobrou hřejivost. Vlněná vlákna mohou být z ovce, kozy, velblouda, králíka atd. Například vlna z ovce Merino je vysoce hydrofilní vlákno. Výrobek ze 100% Merino vlny dokáže nasát až 35% svého objemu vlhkosti, aniž by člověk pocítil na těle známky vlhkosti. Vlna Mohér z angorské kozy má hedvábný lesk. Nevýhoda vlněných materiálu oproti syntetickým je náročnější údržba. Bavlněný materiál je zástupce přírodních rostlinných vláken. Bavlna se vyznačuje vysokou srážlivostí a pevností, která se za mokra zvyšuje. Bavlna má dobrou nasákavost, elektroizolační a tepelně izolační vlastnosti. Působením alkálií se zvýší lesk u bavlny. [10][11][12]

S rozvojem nových technologií se začaly ve 30. letech 20. století vyrábět syntetické materiály. Charakteristickou vlastností syntetických materiálů je nízká nasákavost tzn., že materiály téměř neabsorbují molekuly vody. Do skupiny syntetických materiálů patří polyamid, polyester, polypropylen a elastan. V dnešní době jsou to nejběžnější syntetické materiály, které mají tendenci k elektrostatickým nábojům. Polyamid se vyznačuje vysokou pevností za sucha, která je ($400 - 600 \text{ mN tex}^{-1}$) a za mokra pevnost klesá. Tento materiál má výborné prodloužení za mokra. Polyester má vysokou pevnost, je poměrně odolný proti alkáliím a kyselinám, zároveň odolává fotodegradaci. Polypropylenové materiály vynikají svou pevností, pružností a malou nasákavostí. Elastan je obchodní název polyuretanových vláken. Charakteristickým znakem polyuretanových vláken je vysoká tažnost cca 100 – 700%. Navíc Polyuretanová vlákna mají dobrou odolnost vůči potu. [10] [11] [12]

Tvar vláken u syntetického materiálu je ovlivněn tvarem trysky při zvlákňování. Tvary syntetických vláken mohou mít např. kruhové nebo laločnaté. Tvar vlákna pozitivně ovlivňuje vlastnosti materiálů např. lesk a omak. Profilovaná vlákna mají menší dispozice ke žmolkování a mají mnohem lepší izolační vlastnosti. Také se vyrábí

vlákna dutá, která mají výborné tepelně izolační vlastnosti, mají malou nasákavost a rychlou vysychavost.[13][11]

6.2.5 Funkční materiály pro výrobu sportovních oděvů

Název „funkční“ tyto materiály dostaly, protože nemají jen chránit lidské tělo před nepříznivými vlivy počasí, ale má plnit nějakou funkci navíc. Funkčnost textilie je dosahována např. použitím speciálních vláken, kombinací vazeb, vrstvením materiálů atd. Z funkčních textilií se většinou vyrábí sportovní oděvy, které jsou podrobeny fyzické zátěži. Je tedy důležité, aby textilie (pletenina) odváděla přebytečnou kapalnou vlhkost od těla do okolního prostředí či dalších vrstev oděvu a zároveň, aby z vnější vrstvy byla textilie (tkanina) větruodolná, paropropustná či částečně voděodolná. Dále by oděvy vyrobené z těchto funkčních materiálů měly být nealergenní a příjemné na omak.[15] [16]

V dnešní době existuje celá řada výrobců, kteří vyrábí funkční materiály např. firma Invista vyrábí syntetická vlákna Supplex®, která jsou velice příjemná na omak. Oděvy vyrobené z tohoto materiálů se vyznačují odolností vůči větru, pachů, vodě a také rychle schnou a snadno se udržují.[16]

V Experimentální části diplomové práce jsou měřeny a testovány běžné i funkční oděvy (ponožky), které jsou vyrobeny z těchto materiálů.

Merino je vlněný materiál, který má oproti běžným vlněným materiálům mnohem lepší prodyšnost, která je dána vnitřní strukturou vlákna. Merino vlna dokáže pojmout až třetinu své váhy, aniž by člověk pocítoval diskomfort na pokožce. Vlna Merino pracuje na stejném principu, jako je termoregulace lidského těla. Vlna zajišťuje regulaci tepla a vlhka při změně intenzity fyzické zátěže. Merino vlna má odpor k tvorbě nežádoucího zápachu a růstu mikroorganismů.[10]

Outlast® akrylové vlákno bylo vyráběno již v roce 1994. Toto vlákno má dobrou odolnost v oděru a odolnost proti degradaci UV zářením. Technologie výroby Outlast® vláken používá fázovou změnu materiálů (PCM), která absorbuje a uvolňuje teplo na pokožce a vytváří tak optimální tepelné pohodlí. Outlast® vlákna jsou tvořena mikroskopickými kuličkami (mikroskopické kapsle), kterým se říká Thermocules®. [17] [18]

Coolmax® je speciální modifikované (čtyřkomorové) polyesterové vlákno, které má dobré regulační schopnosti (udržuje pokožku v suchu). Pleteniny vyrobené z tohoto materiálu jsou velmi lehké, jemné a prodyšné. Pleteniny z vláken Coolmax® jsou dále odolné proti plísním a pachům a jsou nenáročná na údržbu. [20]

Moira TG900® je modifikované syntetické vlákno, které má pětilaločnatý hvězdicový příčný řez (tvar). Firma Moira® vyvinula tento druh superjemného polypropylenového vlákna za účelem dokonalého kapilárního odvodu vlhkosti od pokožky. [21]

Polypropylen-Siltex je speciální polypropylenové vlákno, které je obohaceno o antibakteriální složky na bázi biogenních iontů stříbra. Polypropylen dobře odvádí vlhkost a má malou nasákavost. Antibakteriální složky tohoto vlákna omezují růst bakterií a zabraňují vzniku zápachu. [9]

7 Současný stav přestupu tepla a vlhkosti v odborné literatuře

Experimentální část diplomové práce je inspirována (postupy a metodikami) z níže vypsanych odborných článků.

7.1 Studie zabývající se objektivním a subjektivním měřením přestupu vlhkosti

Již v roce 2005 vědci univerzity Hong Kong Polytechnic se zabývali problematikou subjektivního a objektivního měření kapalných vlhkostních parametrů na osmi komerčně prodávaných sportovních oděvech. Testování dynamického šíření kapalné vlhkosti na přístroji MMT a testování smyslového opotřebení přiléhavých sportovních oděvů. [43]

V této studii vědci objasnili principy měření a charakteristické vlastnosti (dobu navlhčení, savost, maximální rádius navlhčení, rychlost šíření kapaliny, schopnost jednosměrného přenosu kapaliny a celkový ukazatel managementu vlhkosti), které lze měřit pomocí přístroje MMT. Objektivní měření na přístroji MMT bylo měřeno za standardních klimatických podmínek. [43]

Subjektivní testování bylo prováděno v environmentální kontrolovatelné komoře s řízenou teplotou $29 \pm 1^\circ\text{C}$ a vlhkostí $85 \pm 2\%$. Subjektivní testování vědci prováděli na skupině 28 žen (věku 18-35 let). Metodika testování byla založena na podrobení probandů fyzické zátěži (běhu) v intervalech 5 min., 10 min., 15min., 20 min. a po zátěži (po 30 min. relaxaci). Probandi hodnotili vlhkostní parametry na sedmi stupňové škále v těchto časových intervalech. [43]

Výsledky objektivního testování se značně rozcházeli u všech měřených indexů mezi textiliemi. Některé vzorky měly dobré schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti, jiné vzorky měly rychlou dobu vysychání či žádnou dobu navlhčení. Výsledky korelace, subjektivního testování vlastnosti celkového ukazatele managementu vlhkosti, byly významné v průběhu delší fyzické aktivity 15 až 20 min. a nevýznamné v čase 0 až 5 min. Výsledky subjektivního a objektivního hodnocení se ve většině případů shodovaly. [43]

7.2 Studie zabývající se tepelně izolačními a vlhkostními vlastnostmi

V této studii vědci z Francie zkoumali fyzikální vlastnosti na šesti typech komerčně prodávaných textiliích (spodním prádlo), které ovlivňují tepelnou pohodu jedince. Testované spodní prádlo bylo pleteno třemi vazbami (jednoduchých žebrem, dvojitým žebrem a interlokovou vazbou) a byly pleteny z rozdílných surovin bavlny, polyesteru, hedvábí, viskózy, polyamidu a jejich směsí. Vzorky pletené dvojitým žebrem byly speciálně navrženy k rychlému transportu kapalné vlhkosti. Vzorky byly klimatizovány po dobu 48 hodin v klimatických podmínkách $20 \pm 2^\circ\text{C}$ a relativní vlhkosti $65 \pm 2\%$. [45]

Ve studii byly hodnoceny vlastnosti textilií např. tloušťka materiálu, relativní pórovitost, vlhkost přenosu u vodní páry, prodyšnost, doba sušení textilie dle francouzské normy (NF G 07-166), tepelnou vodivost („*hot-disk*“) a tepelná efuzivita. Dále měřili kapalný přestup vlhkosti pomocí přístroje MMT, aby zjistili účinky konstrukčních činitelů a komfort textilií v ustáleném a přechodném stavu. [45]

Účelem této studie nebylo nejen sbírat experimentální data tepelných a vlhkostních vlastností u testovaných textilií, ale také porovnávat a předpovídat tepelné pocity na povrchu pokožky pomocí softwaru Caseto. Tento software má brát v úvahu různé výměny mezi lidskou pokožkou a textilií s použitím dvou či více modelů. Francouzští vědci prováděli simulaci fyziologické a tepelné pohody ve třech stavech a to v sedě, při chůzi a běhu. Byly také nastaveny klimatické podmínky, ve kterých se činnosti měly odehrávat. Okolní teplota byla 26°C , relativní vlhkost 46% a bezvětrí.[45]

Z výsledků měření vědců vyplívá, že pocit tepelné pohody v ustáleném stavu byl ovlivněn relativní vlhkostí, pórovitostí, které ovlivňují první pocit tepelného kontaktu. Dále byly zjištěny korelace mezi odporem vodní páry a tloušťkou materiálu a závislost na době sušení. Pomocí simulace (Caseto) bylo umožněno stanovit, že předpokládaná teplota pokožky byla ovlivněna teplotní vodivostí od spodního prádla, zatím co vlhkost na pokožce se nacházela ve shodě s výparným odporem na textilií. Vědci usoudili, že textilie upletené jednoduchým žebrem je vhodné používat pro méně náročné činnosti v letním období. Přičemž textilie pletené vazbou (dvojitým žebrem) by se měly používat pro náročnější sportovní aktivity.[45]

7.3 Studie zabývající se transportem vlhkosti u ponožek

Švýcarští vědci se zabývali měřením transportu kapalných vlastností skrz a v rovině materiálu pod tlakem pomocí rentgenového tomografu.[39]

Měření v této studii bylo prováděno na šesti vzorcích ponožek, které byly upletené ze tří základních vláken vlny (hydrofilní vlákno), polyamidu (hydrofilní vlákno) a polypropylenu (hydrofobní vlákno) a jejich kombinací. Příze měly různou jemnost.[39]

Princip měření se skládal z několika fází. Vzorky byly standardně klimatizovány nejméně po dobu 24 hodin. Poté byl vzorek vložen do tomografu. Kde byl vzorek pleteniny ponechán po dobu 20 min. (aklimatizační fáze) v klimatických podmínkách přístroje (teplota 23 °C, vlhkost 55%). V další fázi byla dodávána voda po dobu jedné hodiny konstantní rychlostí pod testovaný vzorek pomocí trysky (simulace pocení). Přívod (množství) vody do vzorku byl stanoven dle studií Fogarty A. a Taylor NAS na $1,65 \pm 0,06 \text{ g/h}$.¹ V poslední fázi (zotavovací 30min.) byl přívod vody vypnut a vzorek pleteniny ponechán v tomografu. Snímky tomografem byly pořizovány po celou dobu měření (110 min.) v předem stanovených intervalech. Pro tuto studii byly stanoveny dvě úrovně tlaků a to 81 kPa (působení na textilií těžkým břemenem) a 0,4 kPa (minimální zatížení). Absorpce vody byla stanovena ve studii gravimetricky. [39]

Ze studie Švýcarských vědců vyplývá, že odvod vlhkosti je přímo závislý na čase. V delších časových intervalech docházelo k odvodu vlhkosti na vnější straně pleteniny (ponožky) a tím i množství vody bylo vždy vyšší a to i v případech, kde rozdíly byly nepatrné. Kapilární transport se zvyšoval se zvyšujícím se tlakem. Ponožky upletené z polypropylenových vláken vykazovaly nejlepší schopnost knotového efektu z vnitřní strany na vnější, zejména ve stavu vysokého tlaku. Ponožky, pleteny z vlněných přízí, vykazovaly také dobrou schopnost odvádět kapalnou vlhkost od pokožky na vnější stranu pleteniny. Při působení většího tlaku zůstávalo větší množství vlhkosti na vnitřní části ponožky. U polyamidových ponožek odvod vlhkosti probíhal rovnoměrně na vnější i vnitřní straně. Zdá se, že ve světle těchto měření polypropylenové ponožky

¹ Fogarty A, Bartlett R, Ventenat V and Havenith G. Regional foot sweat rates during a 65-minute uphill walk with a backpack. International Conference on Environmental Ergonomics. Portoroz, Slovenia, 2007.

Taylor NAS, Caldwell FN and Mekjavic IB. The sweating foot: Local differences in sweat secretion during exercise-induced hyperthermia. Aviat Space Environ Med 2006; 77: 1020–1027.

poskytují určitou výhodu nositeli (pocit suchých nohou), i přesto, že malé množství vody zůstalo blízko trysky, při nízkém tlaku docházelo k pocení. [39]

X-ray tomografie ukázala, že může být účinným nástrojem k vizualizaci a kvantifikaci trojrozměrného kapalného transportu vlhkosti v textilních strukturách. To je obzvláště významné pro textilie, které mají asymetrické kapilární transportní vlastnosti jako je oděvní výrobek např. ponožka. [39]

7.4 Studie zabývající se tepelně izolačními vlastnostmi pletenin

Vědec Čiukas a kolektiv se ve své studii zabývali měřením tepelných vlastností třiceti vzorků pletenin (ponožek) upletených z tradičních přírodních vláken např. bavlny, ale i přízí nových druhů vláken např. bambusových, sojových či směsových vláken bavlny/seasell. Příze z bavlny, sóji a bambusu měly jemnost 14 tex. Směsové příze bavlny měly jemnost 19 a 24 tex. Polyamidové příze měly jemnost 20 tex. Důsledkem použití rozdílných jemností přízí měly pleteniny rozdílnou lineární hustotu. Všechny testované vzorky (ponožek) byly pleteny zátažnou jedolící vazbou. [44]

Litevští vědci měřili hodnoty tepelné vodivosti pomocí přístroje složené ze skleněné trubice, ve které byla umístěna destilovaná voda o teplotě 40°C regulovaná impulsivním termostatem. Konce skleněné trubice byly izolované. Princip měření probíhal následovně. Vzorek pleteniny byl navinut na skleněnou trubici ve třech vrstvách. Následně probíhalo měření teploty pomocí termočlánků, které se nacházely na pěti místech (na vnitřní a vnější straně skleněné trubice a mezi každou vrstvou). Z těchto hodnot (teploty) byla spočítána tepelná vodivost. Měření probíhalo šestkrát u jednoho typu pleteniny (ponožky). [44]

Z těchto šesti hodnot byl spočítán průměr tepelné vodivosti, který byl v rozmezí od 0,0228 do 0,0644 W/m·K. a hodnoty relativní odchylky součinitele tepelné vodivosti, které se pohybovaly v rozmezí 1,8 – 13,2%. Ze studie Litevských vědců bylo zjištěno, že pleteniny vyráběné z přízí čisté (bavlny, sóji, bambusu) a z lycry mají nižší koeficient tepelné vodivosti. Všechny pletené varianty s PA přízí mají nejvyšší koeficienty tepelné vodivosti vůči ostatním vzorkům. Koeficienty tepelné vodivosti směsových přízí (CS, BF) jsou srovnatelné s hodnotami tepelné vodivosti pletenin upletených z bavlněných, bambusových nebo sójových přízí. Nejvyšších tepelných hodnot vodivosti bylo zjištěno u pletenin z PA přízí, nejnižších hodnot u pletenin z čistých přízí a Lycry. U pleteniny tvořené z PA a lycrových přízí, tak došlo ke zvýšení

součinitele tepelné vodivosti u všech variant. Nejvýznamnější vliv na součinitel tepelné vodivosti má struktura pleteniny. Pleteniny, které byly upleteny z PA vláken, mají větší tloušťku, ale hustota pleteniny není vysoká. Pleteniny z vlákna lycry mají malou tloušťku, avšak hustota dostavy pleteného je vysoká. Vzhledem ke vratné deformaci elastanu, hustota sloupku vzorků klesá. Z tohoto důvodu má ponožka vyšší tloušťku a tepelná vodivost se snižuje. Vědci uvádějí, že součinitel tepelné vodivosti by bylo možné regulovat změnou, složením surovin a hustotou přízí. [44]

Dle studie Čiukase a kolektivu jsou do teplého období vhodné ponožky z vláken (bavlny, bambusu a sóji) a směsi s přízí PA, neboť tyto materiály se vyznačují vyšším součinitelem tepelné vodivosti. Ponožky upletené s příměsí (lycry) by měly být použity do chladného ročního období, protože se ponožky z tohoto materiálu vyznačovaly nižší tepelnou vodivostí. Pro letní období jsou vhodné ponožky pletené z přízí bavlny/SeaCell nebo bambusu/lnu a jejich kombinace s polyamidem. Pro zimní aktivitu by byly nejvhodnější ponožky pletené z kombinace vláken bavlny/SeaCell nebo bambus/lnu a lycry. [44]

7.5 Studie zabývající se vlivem struktury pletenin na tepelné a vlhkostní vlastnosti

V této studii zkoumali vědci vliv struktury pleteniny, která ovlivňuje tepelnou a vlhkostní bilanci při nošení. Ve studii bylo testováno 9 pletenin rozdílné vazby. Pleteniny byly vyrobeny ze dvou odlišných druhů přízí a jejich směsí s termoregulačním efektem: CoolMax® a Outlast®. Cílem této studie bylo vyhodnotit nejvhodnější pleteninu pro letní a zimní období. Na vzorcích pletenin byly měřeny vlastnosti např. tepelná vodivost, tepelný odpor, tepelná nasákavost, propustnost vodních par, doba sušení a byl prováděn test vzlínání. Všechna měření byla prováděna dle daných norem za standardních klimatických podmínek. [19]

Portugalští vědci zjistili, že pleteniny z Outlast® vláken mají vyšší propustnost vodních par než pleteniny z CoolMax® přízí. Vlákná Coolmax® mají specifický příčný řez, který zvyšuje odpor vodních par. Textilie z těchto vláken mají tedy horší schopnosti vzlínání. Propustnost vodních par ovlivňuje především tloušťka textilie. Vědci také prokázali, že pleteniny z CoolMax® vláken rychleji schnou než pleteniny z příměsí Outlast® vláken. Pleteniny s příměsí CoolMax® ukázaly, že by se měly používat pro sportovní aktivity v chladnějším prostředí. Zejména díky vysokým hodnotám tepelného

odporu a difuzní schopnosti. Pleteniny, které byly pleteny žebrovou vazbou, mají vyšší tepelnou odolnost a dobrý celkový kapalný odvod vlhkosti. Pleteniny, které byly pleteny z příměsí z Outlast® vláken mají nižší difuzní schopnosti, mají nižší tepelný odpor, vyšší tepelnou vodivost a nasákavost. Z těchto důvodů vědci stanovili, že pleteniny z tohoto materiálu je vhodné nosit v teplém prostředí (v letním období). [19]

EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

V mnoha studiích a odborných publikacích se řeší a měří soubor těchto jevů (vlhkostních a tepelně izolačních vlastností) na plošných či trupových pleteninách (dolních končetin) výjimečně na oděvním výrobku. Z hlediska transportu těchto fyziologických vlastností je zajímavé, a neobvyklé řešit a měřit tyto vlastnosti na oděvních výrobcích. Z tohoto důvodu bylo prováděno měření na ponožkách, u kterých dochází k intenzivnímu transportu těchto vlastností. V rámci diplomové práce byly experimenty prováděny na devíti vzorcích komerčních ponožek, které poskytly firmy BONASTYL, MOIRA CZ a.s., Voxx a KiK textil a Non-Food spol. s.r.o.

Testované parametry kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti na vzorcích ponožek bylo zajímavé z hlediska dnešních nároků zákazníků na vyšší komfort tohoto oděvu, a zároveň nelze v rámci diplomové práce provádět měření těchto parametrů na všech oděvech.

Experimenty byly prováděny metodami subjektivního testování a objektivního měření. Záměrně byly použity tyto rozdílné metody aby, se prokázalo, zda se pocity probandů (subjektivní) sejdou s hodnotami naměřenými na přístrojích (objektivní).

Experimentální část diplomové práce je rozdělena do čtyř podkapitol. V první podkapitole jsou popsány informační parametry o testovaných vzorcích (pleteninách) a jejich rozdělení. V druhé podkapitole je popsáno subjektivní testování fyziologického komfortu na ponožkách. V tomto experimentu byli probandi podrobeni fyzické zátěži a to jízdě na rotopedu. Pocity probandů byly zaznamenávány do dotazníků. Třetí podkapitola experimentální části se věnuje měření vlhkostních parametrů na vzorcích ponožek pomocí přístroje Moisture management tester. V poslední podkapitole je popsán experiment, který se zabývá měřením teplotních charakteristik na přístroji C-Therm TCi analyzátoru. Tyto přístroje byly vybrány z důvodu schopnosti měřit požadované vlastnosti ze vzorků malých rozměrů. V závěru diplomové práce jsou výsledky jednotlivých měření vyhodnoceny. Jednotlivé kroky jsou popsány v jednotlivých podkapitolách níže.

8 Charakteristika testovaných materiálů

V diplomové práci bylo testováno devět vzorků pletenin (ponožek) rozličného materiálového složení, konstrukční vazby, hmotnosti a tloušťky. Vzorky (ponožek) byly rozděleny do tří charakteristických tříd podle materiálového složení. Každá třída tvoří tři vzorky viz tab. č. 2, 3 a 4. Uvedené ponožky jsou určeny pro běžné nošení a sportovní činnosti.

ČLENĚNÍ PONOŽEK:

- Základní řada
- Klasická řada
- Funkční řada

8.1 Základní řada

První skupina materiálů (ponožek) označena „Základní řada“ je tvořena třemi ponožkami odlišných materiálů (syntetických i přírodních) a vazeb. Ponožky jsou upleteny z téměř stoprocentního podílu jedné suroviny.

Tab. 2. Popis první skupiny testovaných materiálů – označené „Základní řada“

Označení výrobcem	Vlastní Označení	Materiálové složení	Vazba ponožky	Popis ponožky
OSKAR	Z/OS	100% bavlna	Lem – ZJ – žebrovaná s vloženou pružnou nití, Tělo – ZJ – hladká	Ponožka je vhodná k dennímu nošení. Tyto ponožky nejsou opatřeny žádnou speciální pravou.
TG900	Z/T9	100% polypropylen	Lem – ZJ – žebrovaná (převěšený dutý), Nártová část – ZJ – s podloženou kličkou a vloženou nití Tělo – ZJ – hladká Pata, špička – ZJ hladká, krytá	Výrobce uvádí, že ponožku lze používat k dennímu nošení, volnočasově i při letním sportu. Tato ponožka je pletena na patě a špičce zesílenou zátažnou jedolící pleteninou. Výrobce uvádí, že nártová část ponožky dobře odvádí vlhkost a zároveň pohybem nohy odvětrává chodidlo. Ponožka má mít malou nasákavost.
ERGEE	Z/ER	98% polyester 2% elastin	Lem – ZJ – žebro s vloženou pružnou nití (dutý převěšený) Nártová část, tělo – ZJ – vkládaná pružná nit 2:1 Nártová část, tělo – ZJ – žebro s vloženou pružnou nití Špička a pata – ZJ – hladká	Ponožka je vhodná k volno časovým aktivitám. Ponožka má kombinovanou konstrukci, která obepíná chodidlo. Tím by nemělo docházet k posunu ponožky.

8.2 Klasická řada

Ponožky ve druhé skupině s názvem „Klasická řada“ jsou určeny k volnočasovým aktivitám např. chůzi. Tuto kategorii tvoří ponožky směsového materiálu s téměř stejným podílem základní suroviny - bavlny.

Tab. 3. Popis druhé skupiny testovaných materiálů – označené „Klasická řada“

Označení výrobcem	Vlastní označení	Materiálové složení	Vazba ponožky	Popis ponožky
CARIO	K/CA	65% bavlna 30% polypropylen – siltex 5% elastan	Lem – ZJ – žebro (převěšený, dutina) Tělo – ZJ – hladká Tělo – ZJ – s vkládanou pružnou nití 3:1 Pata, špička – ZJ hladká, krytá	Ponožka je opatřena speciální konstrukcí fixačního pásu v nártové části chodidla. Pro dobrou tvarovou stálost. Ponožka je pletena z příměsí polypropylenu – Siltex, který má antibakteriální účinky.
53415	K/53	68% bavlna 29% polyester 2% elastan	Lem – ZJ – žebro (převěšený, dutina) Tělo - ZJ- hladká Pata, špička – ZJ hladká	Ponožka je opatřena úpravou „Loana Vera ®“ z výtažku rostliny Aloe Vera. Výrobce uvádí, že ponožka přinášet hojivé a uklidňující účinky.
11143	K/11	67% bavlna 31% polyamid 2% elastan	Lem – ZJ – žebro (převěšený, dutina) Tělo - ZJ – hladká Tělo – ZJ – s vodorovně vkládaná elastan nit 3:1 Spodní část chodidla – ZJ – krytá pletenina s plyšovou kličkou	Ponožka má speciální konstrukční fixační pás v oblasti nártu, pro dobrou tvarovou fixaci. Ponožka je ve spodní části chodidla upletena smyčkovou plyšovou pleteninou, která má chránit a tlumit nárazy chodidla při chůzi.

8.3 Funkční řada

Poslední skupina materiálů označena „*Funkční řada*“ je určena ke sportovním aktivitám a jednotlivé ponožky jsou upleteny z přízí, které mají funkční vlastnosti.

Tab. 4. Popis třetí skupiny testovaných materiálů – označené „*Funkční řada*“

Označení výrobcem	Vlastní Označení	Materiálové složení	Vazba ponožky	Popis ponožky
STORM	F/ST	50% CoolMax 30% bavlna 10% polypropylen – Siltex 7% polyamid 3% elastan	Lem – ZJ – s vloženou nití (navěšený) Tělo - ZJ -hladka Tělo – ZJ – s vloženou nití 3:1 Pata, špička – ZJ hladká, krytá	Tyto ponožky lze používat při outdoorových sportech a mají udržovat pokožku v suchu. Dále by měla ponožka zajišťovat výborný odvod potu. Ponožka má dle materiálového složení potlačovat nepříjemné pachy. [9]
MERINO	F/ME	75% Merino vlna 20% polypropylen – Siltex 5% elastan	Lem – ZJ – žebro (převěšený, dutý) Nártová část - s podloženou kličkou a vloženou nití Tělo, pata a špička – ZJ – hladká, krytá	Ponožka je vhodná pro rekreační, profesionální outdoorové, ale i halové sporty. Dle výrobce jsou tyto ponožky výsledkem ideálního spojení kvalitativních a funkčních materiálů, moderních technologií. Ponožka má zaručovat maximální komfort. Prostřednictvím dokonalé konstrukce ponožky např. ponožka v nártové části má speciální odlehčenou vazbu, která má napomáhat k větrání a u držení optimálního tepelného komfortu. Ponožky jsou pleteny z příměsi polypropylenového vlákna, které mají napomáhat udržovat přirozenou rovnováhu hygienické čistoty a má zamezovat nežádoucím pachům. [9]
Outlast Navigátor	F/ON	45% Outlast 25% polypropylen 20% vlna 5% elastan	Lem – ZJ – žebro 1:1 (navěšený) Tělo – ZJ – krytá s plyšovými kličkami a podloženými	Ponožky jsou určeny ke sportovním činnostem např. pro zimní horskou turistiku. Tyto ponožky mají polstrované zóny proti otlakům a jsou anatomicky tvarované na levou a pravou nohu. Ponožky F/ON jsou upletené s přízí, které dle výrobce mají mít výborné termoregulační vlastnosti. Výrobce uvádí, že termoregulační vlastnosti ovlivňuje především materiálové složení a propracovaná konstrukce ponožek. Vypletaný barevný vzor na pletenině.

9 Subjektivní hodnocení fyziologického komfortu ponožek

Subjektivní testování bylo prováděno v klimatizované laboratoři na Katedře oděvnictví Technické univerzity v Liberci. Cílem subjektivního hodnocení bylo testování fyziologických vlastností první vrstvy funkčního oblečení a návrh principu testování, následně ho provést a vyhodnotit. Dalším úkolem tohoto testování bylo monitorovat a sledovat smyslové vnímání oděvního komfortu probanda. Účelem monitoringu bylo zhodnotit vlastnosti ponožek na základě sledovaných pocitů jedinců při dlouhodobé fyzické zátěži.

9.1 Příprava experimentu

K danému testování bylo využito stacionární kolo, laboratorní váha, stopky, klimatizovaná místnost, probandi a vzorky (ponožek). Vzorky před samotným měřením byly umístěny po dobu 24 hodin a více ve standardních klimatických podmínkách.

Dotazník

Pro vytvoření takového dotazníku neexistuje žádná norma. Z tohoto důvodu bylo nezbytné načíst informace o tvorbě dotazníků a jejich vyhodnocení. Informace k této problematice byly čerpány z bakalářské práce „*Dotazníkové šetření*“ Gabriely Kreislové, Fakulty aplikovaných věd ze Západočeské Univerzity a z bakalářské práce „*Měření image společnosti Continental Barum ve Zlínském kraji*“ Ing. Reginy Feiferlíkové z Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně.

Před samotným testováním bylo nezbytné vytvořit dotazník, který umožňoval sběr informací (dat) od probandů. Dotazník (viz. Příloha A) je rozdělen na několik částí. V první části jsou informační údaje o vzorku měření. Druhá část dotazníku obsahuje otevřené a uzavřené otázky, převážně dichromatické, pro získání osobní charakteristiky probanda. Další části dotazníku jsou rozděleny do čtyř časových úseků: „*před zátěží*“, „*během zátěže*“ (po 15 min. aktivity), okamžik „*po zátěži*“ (po dalších 15 min. aktivity), chvíli „*po zátěži*“ (15 min. v klidovém režimu po zátěži) a jsou zde pokládány otázky z hlediska smyslového vnímání fyziologického komfortu ponožek. Tyto otázky jsou uzavřeného charakteru v podobě protikladných výrazů (bipolárních adjektiv) rozdělených na pětistupňové škále. Poslední část dotazníku tvoří osobní vyjádření probanda k testovanému vzorku a grafické označení míst na ponožce s největším množstvím potu. Jedno testování neboli doplňování dotazníku trvalo cca 1 hodinu.

Výběr probandů

V tomto výzkumu byli probandi vybráni nestatistickou metodou, konkrétně úsudkovým výběrem. Skupina probandů byla tvořena šesti studentkami a jedním studentem technické univerzity.

9.2 Postup a podmínky při testování probanda

Testování se odehrávalo v klimatizované místnosti na Katedře oděvnictví. Teplota v klimatizované místnosti byla 21 ± 1 °C, vlhkost byla $55 \pm 5\%$. Před testováním byl vzorek ponožky zvážen a zaznamenána hodnota (hmotnost vzorku „*před zátěží*“). Následně byl probandovi vysvětlen postup testování a vyplňování dotazníku a zodpovězeny případné dotazy.

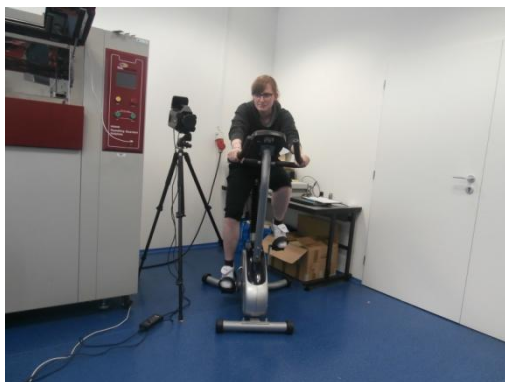


Obrázek 6 Proband při první části vyplňování dotazníku. [vlastní]



Obrázek 7 Proband při první části vyplňování dotazníku. [vlastní]

Poté si proband navlékl testované ponožky, obul vlastní sportovní obuv a vyplnil částí dotazníku: informační údaje, osobní charakteristiku a dotazovací část „*před zátěží*“. Proband se usadil na stacionární kolo a začal vykonávat fyzickou aktivitu (jízdu na kole). V okamžiku kdy proband dosáhl stanovené tepové frekvence byl aktivován časový limit. Proband byl po dobu 15 minut podroben fyzické zátěži (jždě na rotopedu). Po uplynutí časového intervalu proband vyplnil v dotazníku část „*během zátěže*“. Po vyplnění probandovi byl nastaven další 15 minutový interval (fyzické zátěže). Posléze vyplnil v dotazníku část „*po zátěži*“. Po ukončení fyzické aktivity si proband sundal si jednu ponožku, která byla zvážena a zaznamenán přívažek (potu). Po 15 minutách v klidovém režimu proband vyplnil v dotazníku část „*chvilku po zátěži*“ a vlastní vyjádření ke vzorku. Tento postup proband vykonal u všech devíti vzorků.

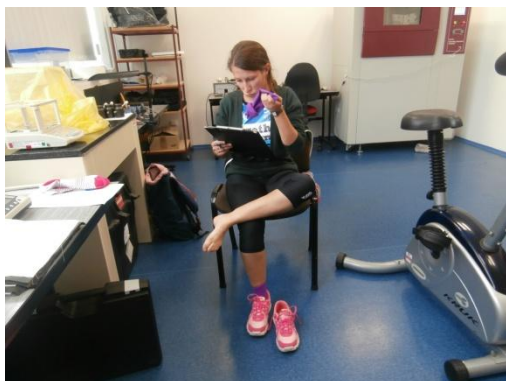


Obrázek 8 Ukázka proband při fyzické zátěži.
[vlastní]

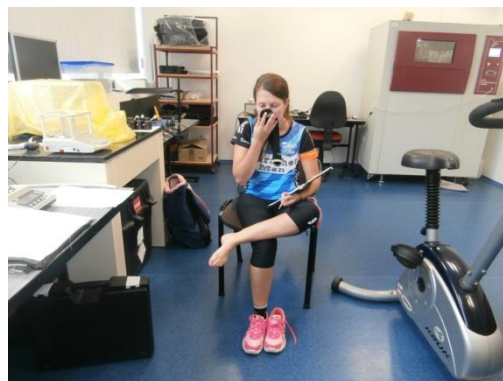


Obrázek 9 Ukázka probanda při fyzické zátěži.
[vlastní]

Zátěž na rotopedu byla nastavena na udržení hodnoty srdečního tepu v rozmezí 130-140 tepů za minutu. Celková fyzická aktivita byla prováděna při definované srdeční frekvenci po dobu 30 minut. Proband udržoval srdeční tep v tomto intervalu po celou dobu zkoušky. Srdeční tep byl monitorován pomocí dlaňových senzorů na rotopedu.



Obrázek 10 Ukázka probanda při vyplňování
poslední části dotazníku. [vlastní]



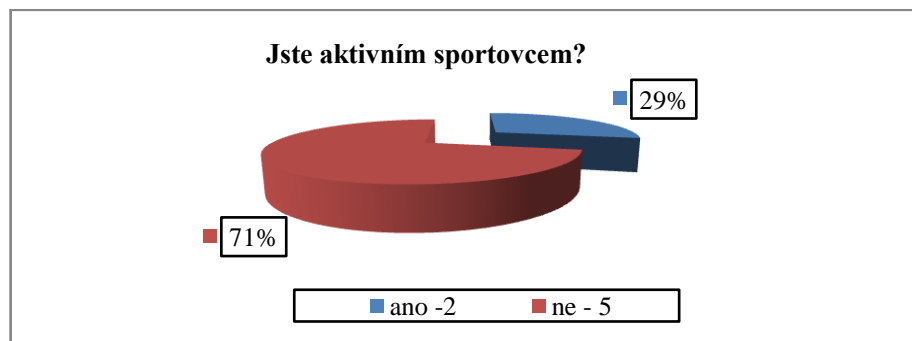
Obrázek 11 Ukázka probanda při vyplňování
poslední části dotazníku. [vlastní]

9.3 Zpracování a vyhodnocení dotazníků

Informace z vyplněných dotazníků byla přepsána a zpracována v programu Microsoft Office Excel. Pro lepší vypovídající hodnotu byly informace (data) od sedmi probandů z každé otázky zprůměrovány (viz. Příloha B a J) a z těchto průměrů byly zhotoveny grafy, viz. kapitola 9.3.1 a 9.3.2. Dále byly tyto hodnoty zpracovány níže v kapitole 9.3.4.

9.3.1 Vyhodnocení dotazníků - obecné informace

Dotazník vyplňovali probandi ve věku 21 až 26 let a dosahovali výšky v rozmezí 149 – 175cm. Informace z osobní charakteristiky byly zpracovány do koláčových grafů.



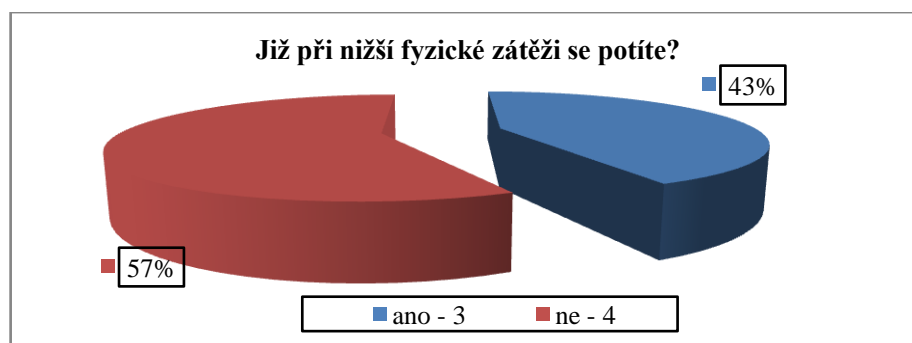
Obrázek 12 Znáznorňující graf vyhodnocený z dotazníků

Vybraní probandi byli převážně nesportovně založení.



Obrázek 13 Znáznorňující graf vyhodnocený z dotazníků

Z druhé otázky jednoznačně vyplívá, že probandi neměli zdravotní problémy s chodidly.

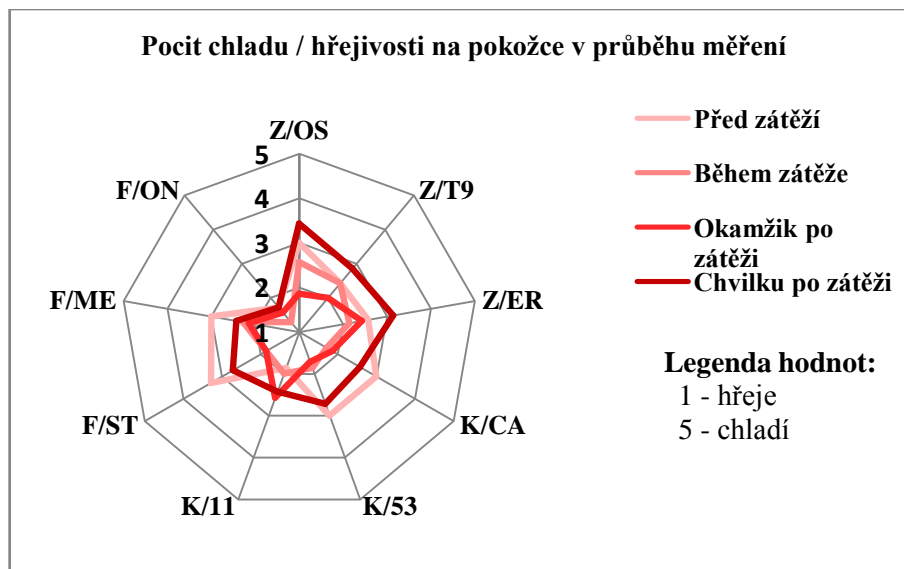


Obrázek 14 Znáznorňující graf vyhodnocený z dotazníků

Z dotazníku vyplívá, že nadpoloviční většina testovaných probandů nejsou potivé typy.

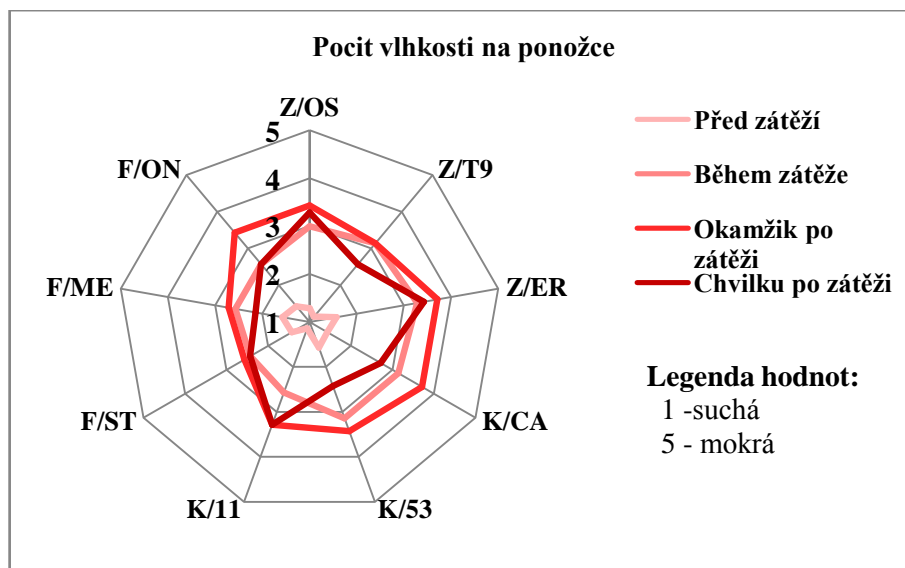
9.3.2 Vyhodnocení otázek z hlediska fyziologického komfortu

Data byla hodnocena dle jednotlivých otázek v rámci celého průběhu testování. Jednotlivé hodnoty probandů byly zprůměrovány (viz. Příloha B) a zaznamenány do paprskových grafů.



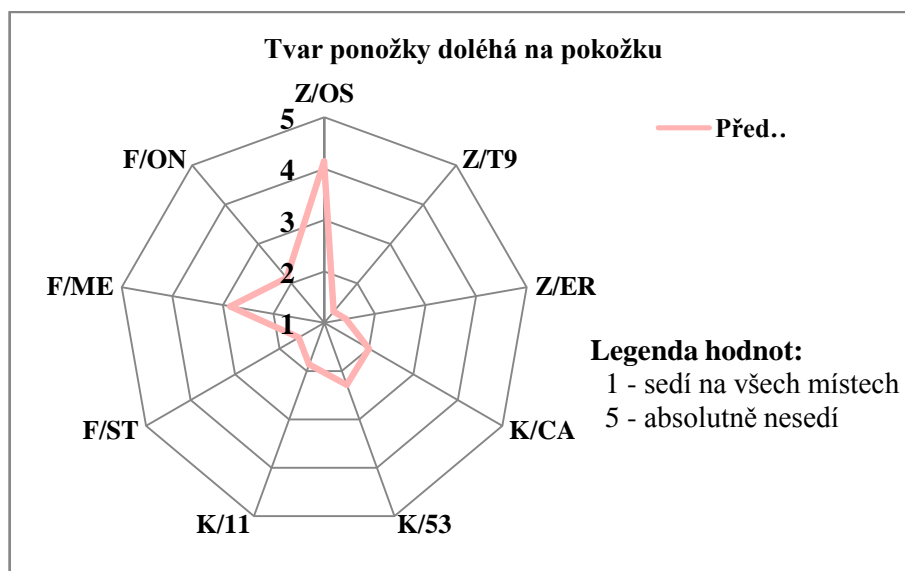
Obrázek 15 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů

Z grafu na Obrázku č. 15 vyplývá, že probandi pociťují u „Základní řady“ ponožek „před zátěží“ neutrální pocit chladu/hřejivosti. Probandi dále u této řady pociťují, že ponožky „během zátěže“ začínají hřát a „okamžik po zátěži“ stále hřejí. Avšak ponožky „Základní řady“ v klidovém režimu vykazují dle subjektivních pocitů probandů, že převážně chladí. Ponožky K/CA a K/53 „před zátěží“ jsou v optimálním stavu. Na rozdíl ponožka K/11 hřejí. Ponožky klasické řady „během zátěže“ a „okamžik po zátěži“ hřejí však „chvilku po zátěži“ nechladí ani nehřejí. Ve „Funkční řadě“ se chová každá testovaná ponožka jinak např. F/ST je v optimálním stavu. „Během zátěže“ a „okamžik po zátěži“ ponožka hřejí a „chvilku po zátěži“ se vrací do optimálního stavu. Ponožka F/ME má stejný průběh jako ponožka F/ST s nepatrnými výkyvy. Ponožka F/ON ve všech fázích hřejí. Daná ponožka je speciálně určena na zimní období a tedy se jen potvrdila daná funkčnost ponožky výrobcem.



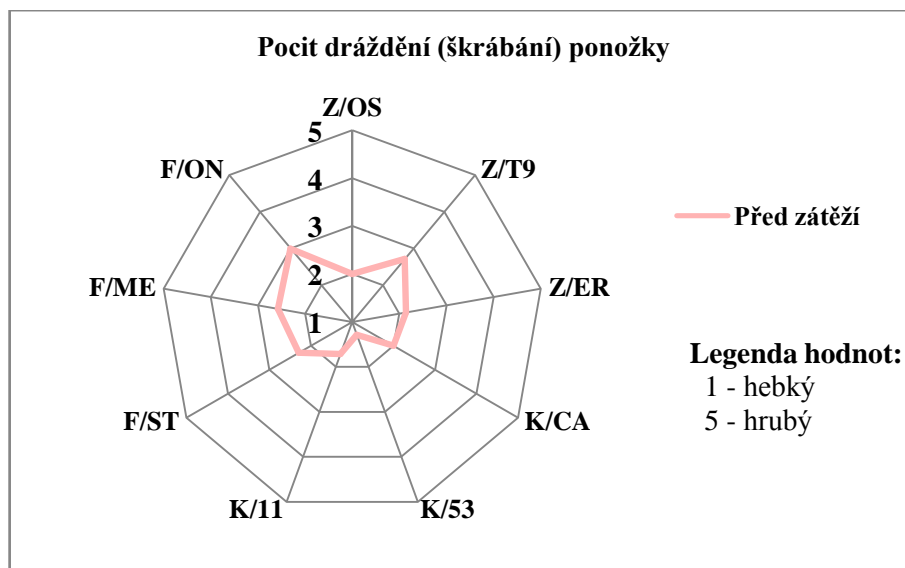
Obrázek 16 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů

Z grafu označeného Obrázek č. 16 můžeme vyčíst, že rozdělení ponožek na „Základní, Klasickou a Funkční řadu“ z hlediska pocitového vnímání vlhkosti není příliš vhodné. Ponožky se z tohoto hlediska dají rozdělit do dvou skupin – ponožky, které po aktivitě schnou, a které neschnou. Do první skupiny dle výsledků řadím ponožky Z/T9, K/CA, K/53, F/ME, F/ON. Jsou to ponožky, které dobře odvádí vlhkost od pokožky. Do druhé skupiny, které špatně odvádí vlhkost (neschnou), řadím ponožky Z/OS, Z/ER, K/11, F/ST.



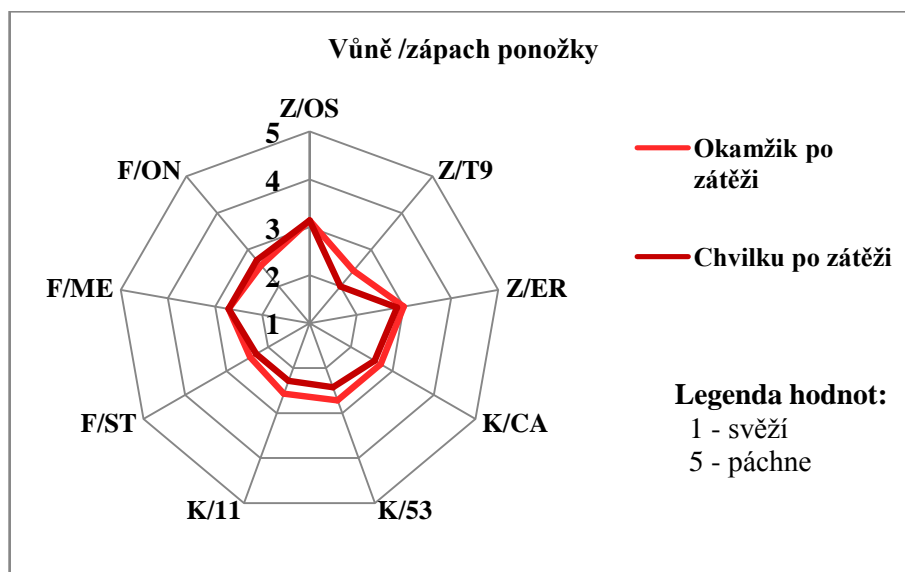
Obrázek 17 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů

Z grafu na obrázku č. 17 je patrné, že většina ponožek dobře až velmi dobře kopírují tvar chodidla. Až na ponožky označené Z/OS, které vykazují vysokou tvarovou nepřizpůsobivost.



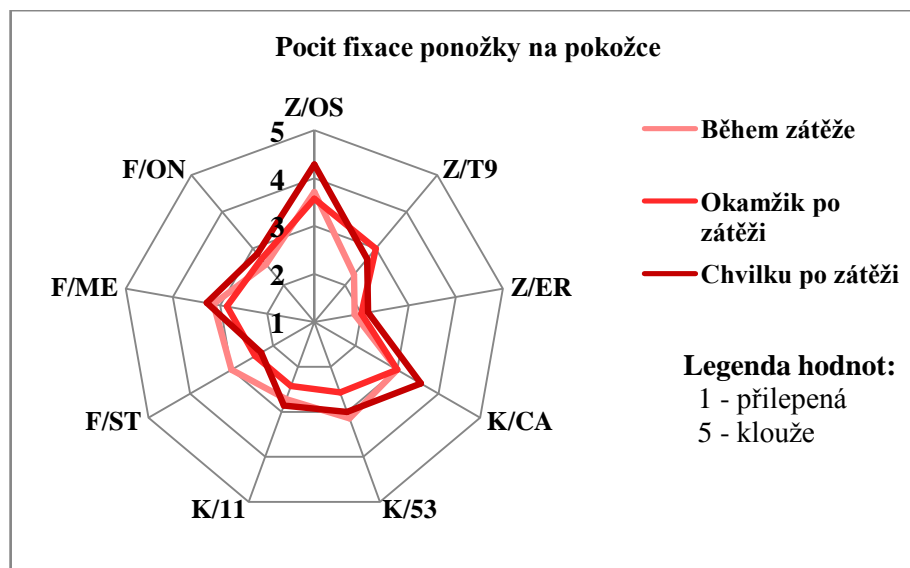
Obrázek 18 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů

Z hlediska pocitu dráždění ponožky na pokožce, dle grafu na obrázku č. 18 nevykazují ponožky žádný projev extrémní hrubosti, převažoval spíše pocit hebkosti. Nejméně příjemná ponožka na omak je F/ON. Osobní vyjádření probanda k ponožce K/11 uvádí „*Měkká struktura, příjemná a hřejivá.*“



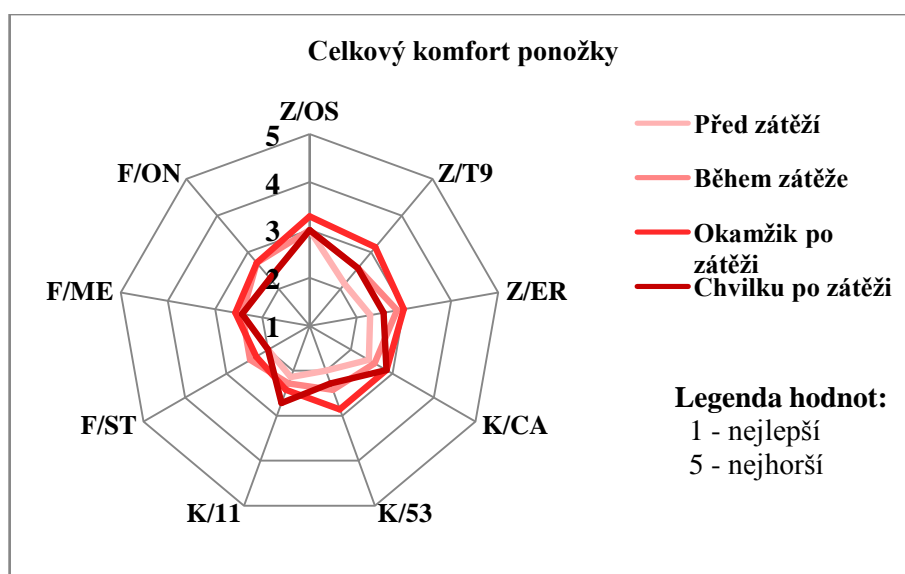
Obrázek 19 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů

Probandi, dle grafu označeného Obrázek č. 19 uváděli u všech testovaných ponožek po aktivitě přibližně stejnou hodnotu svěžesti/pachu. Největších rozdílů mezi „*okamžik po zátěží*“ a „*chvilku po zátěží*“ dosahuje ponožka Z/T9, K/53. Nejméně nežádoucí zápach po testování měla ponožka označení Z/T9.



Obrázek 20 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů

Extrémy grafu označené na obrázcích č. 17 a 20 jsou velmi podobné, tedy ponožka Z/OS na chodidle nesedí a při aktivitě klouže. Naopak u ponožky Z/ER probandi pociťovali pocit lepení na pokožce.



Obrázek 21 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů

Z hlediska celkového komfortu ponožky, dle grafu na obrázku č. 21, nejlépe vychází ponožka F/ST. Celkový komfort ponožky se v průběhu testování nejvíce mění u ponožky Z/T9 a nejméně se mění u ponožky F/ME.

9.3.3 Osobní vyjádření probandů k otázkám fyziologického komfortu ponožek

Osobní vyjádření probandů k ponožce označené F/ST např. „*Pocitově dobrý materiál*“ a „*Velice příjemná na noze*“.

Osobní vyjádření probandů k ponožce označené F/ME např. „*Část nad kotníky příjemná.*“

Osobní vyjádření probandů k ponožce označené F/ON např. „*Po celou dobu jízdy ponožky příjemně fixovaly nohy a hřály.*“ a „*Ponožka krásně hřeje.*“

9.3.4 Souhrnné vyhodnocení fyziologického komfortu

Z hlediska velkého množství dat souhrnného vyhodnocení výsledků byly zprůměrovány hodnoty jednoho typu ponožky od sedmi probandů a tyto průměry např. celkového komfortu byly ze všech částí dotazníku „*před zátěží, během zátěže, okamžik po zátěži, chvíli po zátěži*“ byly dále zprůměrovány a výchozí hodnota vložena do Tab. 5. Tento postup byl zopakován u otázek Pocit chladu/hřejivosti na ponožce, Pocit vlhkosti na ponožce, Pocit fixace ponožky na ponožce. U poslední otázky byly zprůměrovány hodnoty pouze ve třech fázích „*během zátěže, okamžik po zátěži, chvíli po zátěži*“ viz Tab.8.

OTÁZKA: Hodnocení celkového komfortu ponožek.

Tab. 5 Ukazuje seřazené výsledky hodnocení celkového komfortu ponožek (1 - nejlepší, 5 - nejhorší).

Hodnocení celkového komfortu ponožek		
Pořadí	Označení ponožky	Průměrná hodnota (1 - nejlepší, 5 - nejhorší)
1.	F/ST	2,2
2.	K/11	2,4
2.	K/53	2,4
3.	F/ME	2,5
3.	F/ON	2,5
4.	Z/T9	2,6
5.	Z/ER	2,7
6.	K/CA	2,8
7.	Z/OS	3,1

OTÁZKA: Hodnocení pocit chladu/hřejivosti na pokožce.**Tab. 6** Ukazuje seřazené výsledky hodnocení pocit chladu/hřejivosti na pokožce (1 - hřeje, 5 - chladí).

Hodnocení pocit chladu/hřejivosti na pokožce		
Pořadí	Označení ponožky	Průměrná hodnota (1 - hřeje, 5 - chladí)
1	F/ON	1,6
2	K/11	2,2
3	K/CA	2,3
3	K/53	2,3
4	Z/T9	2,4
4	F/ST	2,4
5	F/ME	2,5
6	Z/ER	2,6
7	Z/OS	2,7

OTÁZKA: Hodnocení pocitu vlhkosti na pokožce.**Tab. 7** Ukazuje seřazené výsledky hodnocení pocitu vlhkosti na pokožce (1 - suchá, 5 - vlhká).

Hodnocení pocitu vlhkosti na pokožce		
Umístění	Označení	Průměrná hodnota (1 - suchá, 5 - vlhká)
1	F/ST	2,2
2	F/ME	2,3
3	Z/T9	2,5
3	F/ON	2,5
4	K/11	2,6
4	K/53	2,6
5	Z/OS	2,8
5	K/CA	2,8
6	Z/ER	3,0

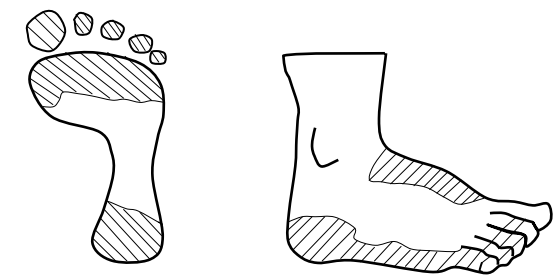

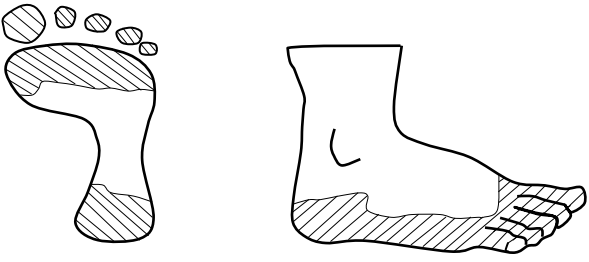

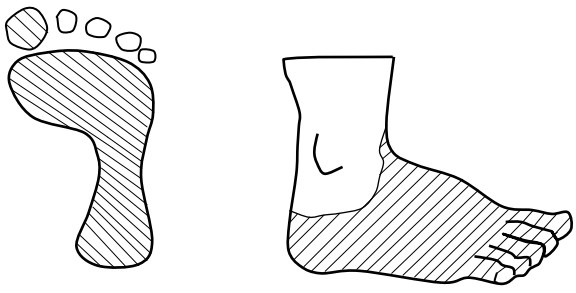

OTÁZKA: Hodnocení pocitu fixace ponožky.**Tab. 8** Ukazuje seřazené výsledky hodnocení pocitu fixace ponožky na pokožce (1 - přilepená, 5 - klouže).

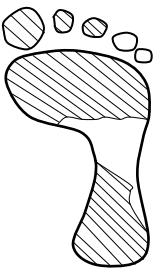
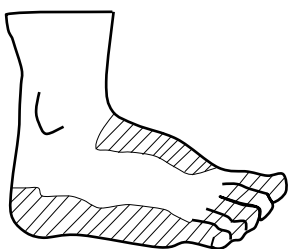


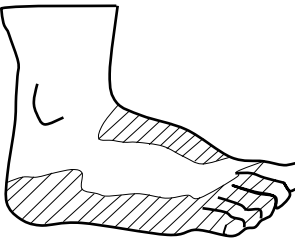

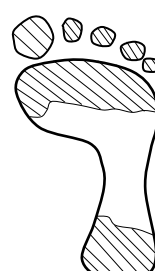
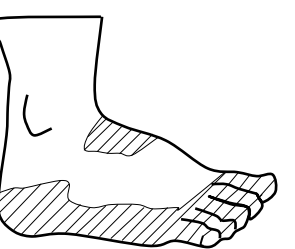

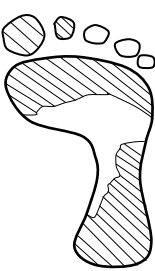
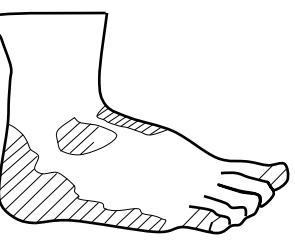

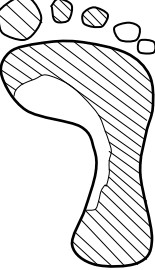
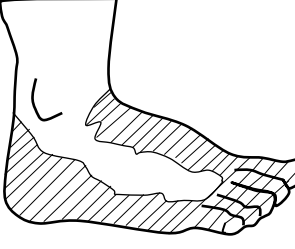

Hodnocení pocitu fixace ponožky		
Umístění	Označení	Průměrná hodnota (1 - přilepená, 5 - klouže)
1	Z/ER	2,0
2	F/ST	2,6
3	Z/T9	2,7
3	K/11	2,7
3	F/ON	2,7
4	K/53	2,9
5	F/ME	3,1
6	K/CA	3,2
7	Z/OS	3,9

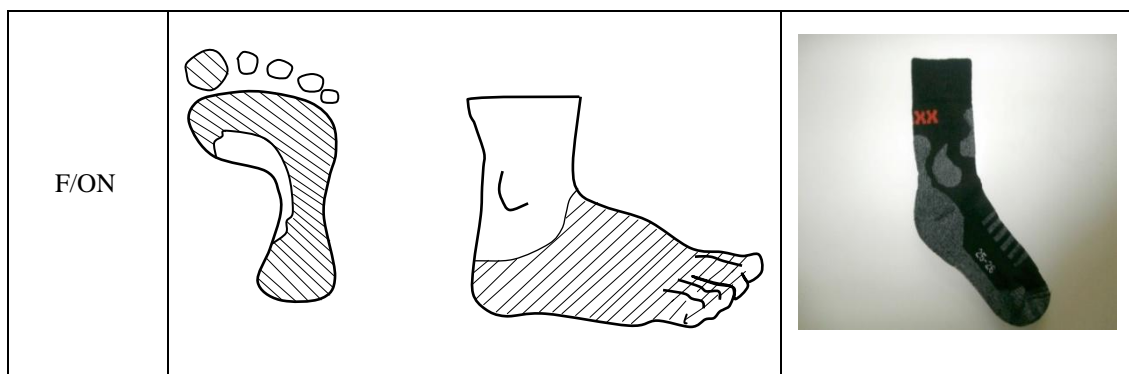
9.3.5 Grafické vyhodnocení fyziologického komfortu

Posledním vyhodnocením dotazníku byly nákresy chodidla, kde byla zakreslena vlhkost (pot) dle pocitů probandů. Sedm nákresů jednoho typu ponožky byly prozkoumány a vytvořen nový (souhrnný) nákres viz. Tab. 9. Je patrné z nákresů, že nejvíce vlhkosti se tvořilo na spodní straně chodidla, prstech a nártové části.

Tab. 9. Obsahuje grafické znázornění, umístění nejvíce vlhkých míst na ponožce a vizuální vzhled ponožky.

Vlastní označení	Grafické znázornění umístění nejčastějších vlhkých míst na ponožce.	Ukázka ponožky
Z/OS		
Z/T9		
Z/ER		

K/CA	 	
K/53	 	
K/11	 	
F/ST	 	
F/ME	 	



9.3.6 Zaznamenání a vyhodnocení přivažku potu

Po uplynutí 30 minutové fyzické aktivity byly naváženy hmotnostní přivažky potu u ponožek (viz. Příloha C). Naměřené hodnoty vycházejí ze sedmi měření kromě ponožky označené F/ON, kde byla nalezena vybočující hodnota probanda č. 4, která mohla být ovlivněna pohlavím probanda či fyziologickými vlastnostmi probanda. Následně byly hodnoty zprůměrovány a statistiky vyhodnoceny viz. Tab. 10. Největšího průměrného hmotnostního přivažku dosáhla ponožka F/ON a nejnižšího ponožka Z/T9.

Tab. 10 Základní statistika hmotnostního přivažku potu v ponožce [g]

Označení	Průměr [g]	Směrodatná odchylka [g]	Rozptyl [g]	Variační koeficient [g]	Medián [g]
Z/OS	1,236	0,776	0,602	62,790	1,147
Z/T9	0,393	0,488	0,238	124,023	0,229
Z/ER	0,776	0,458	0,210	59,008	0,682
K/CA	0,406	0,348	0,121	85,714	0,489
K/53	0,661	0,449	0,201	67,865	0,541
K/11	0,616	0,445	0,198	72,141	0,449
F/ST	0,604	0,971	0,943	160,788	0,3015
F/ME	0,747	0,599	0,359	80,181	0,6265
F/ON	3,108	3,956	15,648	127,272	1,5645

9.4 Diskuze výsledků

Z výsledku subjektivního hodnocení se ze všech měřených ponožek nejhůře umístily ponožky označené Z/OS (z 100% bavlny). Probandi uváděli velmi špatnou tvarovou přizpůsobivost ponožky (klouzaly) a špatnou schopnost vysychání při a po sportovní aktivitě. Ponožky „Základní řady“ Z/OS a Z/ER dle pocitů probandů chladily. Ponožky Z/ER (z polyamidu/elastanu) byly po celou dobu testování přilepené k pokožce a zároveň pociťovali vlhkost na celém chodidle. Nejlepšího výsledku z hlediska celkového komfortu této řady dosáhly ponožky

Z/T9 (ze 100% polypropylenu, vláken TG 900). Ponožky označené Z/T9 potvrdily vlastnosti, které uváděl výrobce. Ponožka dobře odváděla vlhkost a vysychala.

Z hlediska celkového komfortu se dvě ponožky „*Klasické řady*“ dělí o druhé místo K/11 a K53 (jede o ponožky směsové bavlny/polyesteru/elastanu a bavlny/polyamidu/elastanu). Téměř jednotného výsledku ponožky dosáhly u otázky pocitu chladu/hřejivosti. Ponožky této řady dle pocitů probandů hřejí, nelepí ani nekloužou, avšak na pokožce jsou vlhké. Všechny ponožky „*Klasické řady*“ mají příjemný opak, který byl ovlivněn materiálovým složením (bavlněnými vlákny).

Ponožky „*Funkční řady*“ nevykazovaly pocity lepení či klouzání na pokožce. Ponožka F/ON (z vláken Outlast®/vlny/polypropylenu/elastanu) prokázala, že během celého testování hrála. Důvodem je, že ponožka F/ON, je určena do chladnějšího prostředí. Měla by tedy udržovat stálou tělesnou teplotu na pokožce. Tato ponožka měla být testována v chladnějších klimatických podmínkách, aby její výsledky byly správné. Avšak z hlediska poskytnutí vzorku firmou VoXX a komplexnosti rozdělení ponožek do daných skupin se měření provádělo i na této ponožce. Z hlediska celkového komfortu se ze všech měřených ponožek nejlépe umístily ponožky označené F/ST (z vláken Coolmax®/bavlny/polypropylenu – Siltex/polyamidu/elastanu), u kterých probandi pocítovali minimální množství vlhkosti (na pokožce při aktivitě hrály, po aktivitě byl probandy pocítován optimální stav pohody). Tím se potvrdila funkčnost, kterou uvádí výrobce.

10 Experimentální měření na Moisture management tester

Standardizované měření šíření kapalně vlhkosti v textiliích (pletenin) bylo provedeno na přístroji Moisture management tester v laboratoři na Katedře hodnocení textilií na Technické univerzitě v Liberci.

Cílem experimentálního měření této části bylo zjistit dynamické šíření vlhkosti v textilních materiálech a to savost, schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti, rychlost šíření/vysychání.

10.1 Charakteristika měřených hodnot

Doba navlhčení horní a spodní strany uvádí časový interval mezi počátkem vlhčení tkaniny, tedy počátkem testu a momentem, kdy vodní sloupec celkového objemu vody na horní i spodní straně tkaniny překročí hodnotu 15°. [23]

Savost horní a spodní strany tkaniny vyjadřují schopnost tkaniny absorbovat vlhkost z horní i spodní strany textilie za časový úsek provozu čerpadla. [23]

Maximální rádius navlhčení spodní a horní strany je definován jako maximální rádius kruhu na horní a spodní straně textilie. [23]

Rychlost šíření roztoku textilií je definováno jako kumulativní rychlost šíření roztoku tkaninou od středu po největší rádius navlhčení. [23]

Index kumulativního jednosměrného přenosu kapaliny tkaninou (R) je definován jako kumulativní obsah vlhkosti mezi vrchní a spodní stranou textilie. [23]

Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC) je celková schopnost tkaniny rozvádět absorbovanou vlhkost a zahrnuje tři efektivní parametry savost spodní stranou textilie, jednosměrnou schopnost přenos vlhkosti a kumulativní schopnost šíření. [23]

10.2 Příprava experimentu

Pro provedení experimentu bylo zapotřebí nastříhat vzorky pletenin viz. Tab. 2, 3 a 4 (ponožek) na konkrétní rozměr 9 x 9 cm. Z důvodu stáčivosti vzorků byly vzorky nastříhány o jeden cm větší, než je uváděno v manuálu přístroje MMT. Od každé pleteniny (ponožky) bylo nastříháno pět vzorků. Vzorky již zmíněných rozměrů byly stříhány ze spodní části chodidla (z části za patou a špičkou) a nártové části. Vzorky byly následně klimatizovány v laboratoři na KHT po dobu 24 hodin a více.



Obrázek 22 Ukazuje naznačení, kudy vedlo rozstřížení ponožek.



Obrázek 23 Naznačení šablony na ponožce v chodidlové části.



Obrázek 24 Ukázka připraveného vzorku Z/ER k měření.

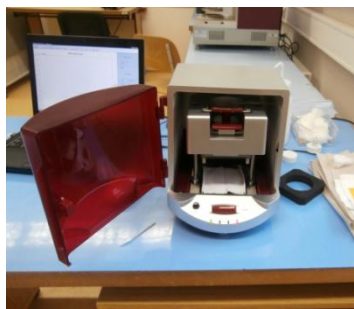
10.3 Postup měření

První a druhý den měření na přístroji MMT byla v laboratoři teplota 23 °C a relativní vlhkost 37%. První den byly měřeny tyto vzorky Z/OS, Z/T9, Z/ER, K/11, K/CA. Druhý den byly změřeny vzorky textilií označené Z/53, F/ME, F/ST a F/ON.

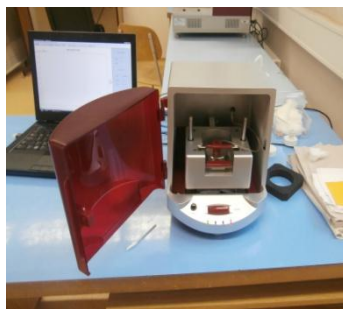
Z důvodu objektivity výsledků měření managementu vlhkosti v textilií (pletenině) byl použit vodivý roztok (9 g NaCl a 1 l destilované vody) dle manuálu přístroje, který měl hodnotu vodivosti cca $16 \text{ mS} \pm 2 \text{ mS}$. Měřicí zařízení a výpočty jsou konfigurovány na hodnoty tohoto roztoku. Přesně je definované i množství aplikovaného vodivého roztoku na textilií (pleteninu) $0,21 \text{ g} \pm 0,01 \text{ g}$. [23]

Před umístěním vzorku do přístroje MMT byla ověřena jeho funkčnost. Nejprve byl přístroj spuštěn a vložena nádobka s roztokem a do nádoby byla vložena hadička, která sloužila k přečerpání roztoku. Následně byl otevřen kryt přístroje a zvednuto horní čidlo do aretované pozice na spodní čidlo byly umístěny papírové ubrousky. Poté bylo stisknuto tlačítko „Pump“ na dobu cca 2 minut. Z důvodu odstranění vzduchových bublin z přečerpávající hadičky. [23]

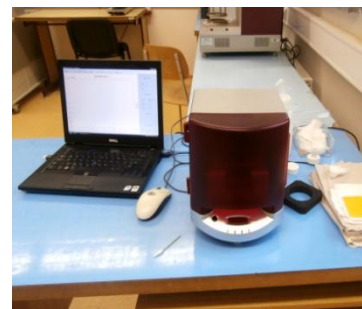
Po zprovoznění přístroje byl vzorek textilie (ponožky) rovnoměrně položen vnější stranou (pleteniny) na spodní čidlo a horní čidlo bylo spuštěno na vnitřní stranu vzorku a zavřen kryt přístroje. [23]



Obrázek 25 Ukazuje umístění vzorku pleteniny do přístroje MMT.



Obrázek 26 Ukazuje spuštění horního čidla, aby došlo k dolehnutí čidla na pleteninu.



Obrázek 27 Ukázka měření vzorku pletiny.

Poté byl spuštěn notebook, který byl propojený s přístrojem. Dále byl spuštěn program MMT systém, do kterého se naměřená data z přístroje MMT ukládají a měření bylo spuštěno. Měření probíhalo ve dvou fázích. Nejprve se po dobu 20 sekund pumpoval vodivý roztok na textilní vzorek a v druhé fázi probíhalo měření 120 sekund. Na měřený vzorek bylo aplikováno 21 gramů vodivého roztoku. Po uplynutí 120 sekund se naměřené hodnoty zobrazily v programu MMT systém Connected jako data a grafy. Data a grafy byly následně uloženy a exportovány do formátu PDF, k dalšímu zpracování a vyhodnocení. Opět byl otevřen krýt přístroje a zvednuto horní čidlo do aretované pozice. Následně byl vytažen textilní vzorek a v případě prosáknutí vodivého roztoku vzorkem bylo očištěno spodní kruhové čidlo pomocí hadříku a vaty na špejly. Tento postup jsem aplikovala na všechny připravené vzorky. [23]

10.4 Zpracování výsledků

Naměřené hodnoty z přístroje MMT (viz. Příloha D) byly v programu Microsoft Office Excel statisticky zpracovány do tabulek a vyhodnoceny vlhkostní parametry z pěti měření, výjimkou je vzorek ponožky označený Z/OS, kde byly použity pouze 4 měření. První měření této pleteniny (Z/OS) byl vzorek vložen špatnou stranou do přístroje, proto hodnoty nebyly zařazeny do statistického zpracování. Vzhledem k velkému množství dat jsou níže ukázané pouze průměry a mediánové hodnoty vlhkostních parametrů, tyto hodnoty se v některých případech rozcházejí, protože některé vzorky byly testovány na různých místech rozdílné vazby. Následující Tab. 12 a Obrázky 28, 29 a 30 jsou vytvořeny z hodnot z Tab. 11.

Tab. 11 Vyhodnocení zprůměrovaných hodnot vlhkostních parametrů testovaných textilních materiálů

Označení vzorků	Hodnocené parametry	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Maximální rádius navlhčení [mm]	Maximální rádius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny v textiliích [%]	OMMC
	Strana	horní	spodní	horní	spodní	horní	spodní	horní	spodní		
Z/OS	Průměr	7,371	120,000	30,104	0,000	5,000	0,000	0,663	0,000	-480,989	0,000
	Medián	7,489	120,000	31,101	0,000	5,000	0,000	0,651	0,000	-485,677	0,000
Z/T9	Průměr	8,892	7,020	44,443	54,543	20,000	25,000	2,221	2,492	45,807	0,351
	Medián	8,517	7,301	42,916	49,368	20,000	25,000	2,092	2,654	36,231	0,380
Z/ER	Průměr	7,263	20,183	21,638	58,562	11,000	7,000	0,832	0,288	7,683	0,226
	Medián	7,395	16,567	12,318	62,582	10,000	5,000	0,764	0,298	43,501	0,246
K/CA	Průměr	5,900	25,768	37,297	42,998	20,000	19,000	4,383	5,066	-98,304	0,356
	Medián	6,833	15,086	35,703	42,503	30,000	30,000	3,531	7,239	81,676	0,490
K/53	Průměr	17,057	13,014	25,302	39,748	13,000	12,000	0,846	0,855	219,051	0,397
	Medián	16,849	11,154	24,328	30,519	15,000	10,000	0,626	0,615	260,151	0,438
K/11	Průměr	36,829	47,319	75,173	18,040	4,000	5,000	0,407	0,998	-97,082	0,284
	Medián	10,405	35,131	32,927	5,971	5,000	0,000	0,472	0,000	-517,463	0,000
F/ST	Průměr	13,085	10,774	27,293	44,921	13,000	16,000	1,245	1,322	238,992	0,462
	Medián	7,956	10,203	23,597	29,924	15,000	15,000	0,696	0,907	226,434	0,503
F/ME	Průměr	6,068	19,606	37,498	39,632	12,000	16,000	1,512	1,664	110,607	0,364
	Medián	6,271	5,990	37,955	41,629	15,000	15,000	1,895	1,568	44,397	0,240
F/ON	Průměr	34,243	30,424	20,908	31,160	5,000	10,000	0,416	1,333	187,015	0,462
	Medián	11,701	6,271	6,335	19,788	5,000	10,000	0,569	1,395	353,663	0,509

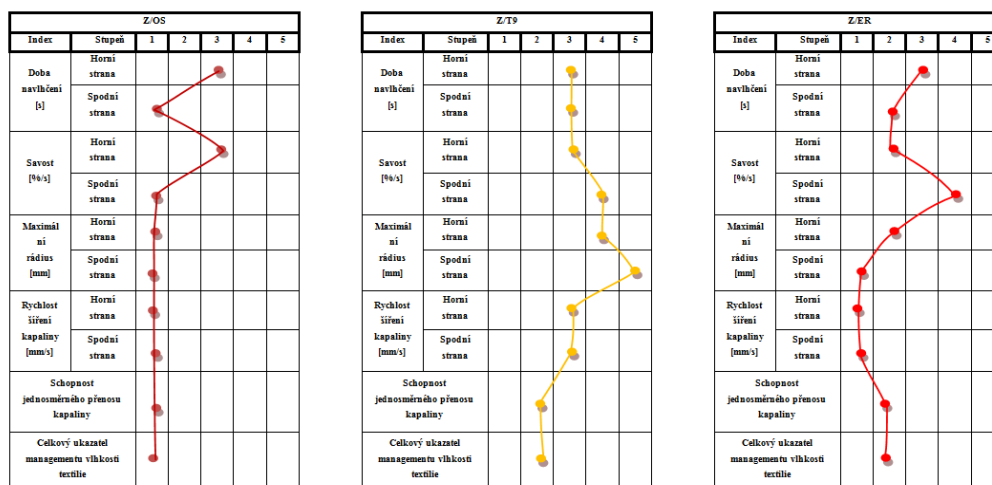
Tab. 12 Vyhodnocení parametrů kapalné vlhkosti prostřednictvím stupnice hodnocení. Jednotlivé barvy znázorňují průměrné hodnoty jednotlivých vzorků ze „Základní, Klasické a Funkční řady“.

Legenda:

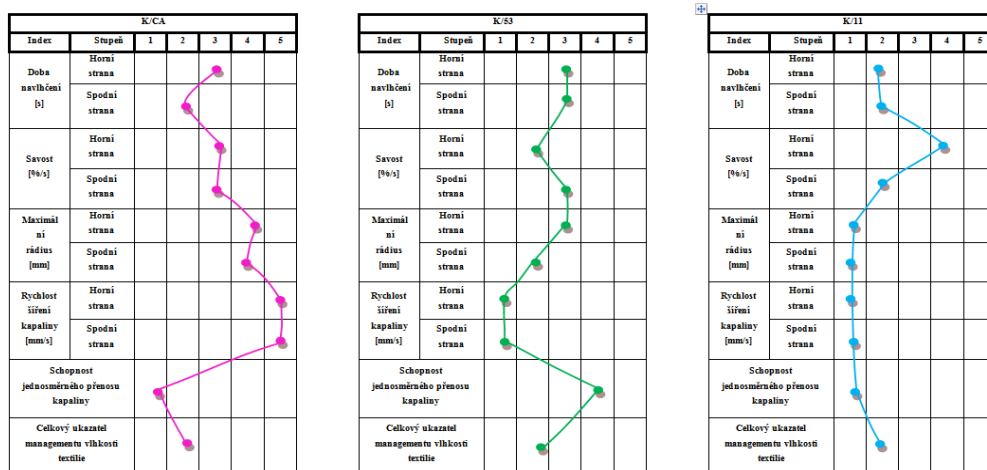
Z/OS	K/CA	F/ST
Z/T9	K/53	F/ME
Z/ER	K/11	F/ON

Index	Stupeň	1	2	3	4	5
Doba navlhčení[s]	Horní strana	>=120 (žádné navlhčení)	20-119 (pomalé)	5~19 (střední)	3~5 (rychlé)	<3 (velmi rychlé)
	Spodní strana	>=120 (žádné navlhčení)	20-119 (pomalé)	5~19 (střední)	3~5 (rychlé)	<3 (velmi rychlé)
Savost [%/s]	Horní strana	0~10 (velmi pomalá)	10~30 (pomalá)	30~50 (střední)	50~100 (rychlá)	>100 (velmi rychlá)
	Spodní strana	0~10 (velmi pomalá)	10~30 (pomalá)	30~50 (střední)	50~100 (rychlá)	>100 (velmi rychlá)
Maximální rádius [mm]	Horní strana	0~7 (žádné navlhčení)	7~12 (malé)	12~17 (střední)	17~22 (rychlé)	>22 (velmi rychlé)
	Spodní strana	0~7 (žádné navlhčení)	7~12 (malé)	12~17 (střední)	17~22 (rychlé)	>22 (velmi rychlé)
Rychlost šíření kapaliny[mm/s]	Horní strana	0~1 (velmi pomalá)	1~2 (slabá)	2~3 (střední)	3~4 (rychlá)	4~5 (velmi rychlá)
	Spodní strana	0~1 (velmi pomalá)	1~2 (slabá)	2~3 (střední)	3~4 (rychlá)	4~5 (velmi rychlá)
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny		<50 (velmi slabá)	-50~100 (slabá)	100~200 (dobrá)	200~400 (velmi dobrá)	>400 (výborný)
Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie		0~0,2 (velmi slabá)	0,2~0,4 (slabá)	0,4~0,6 (dobrá)	0,6~0,8 (velmi dobrá)	>0,8 (Výborný)

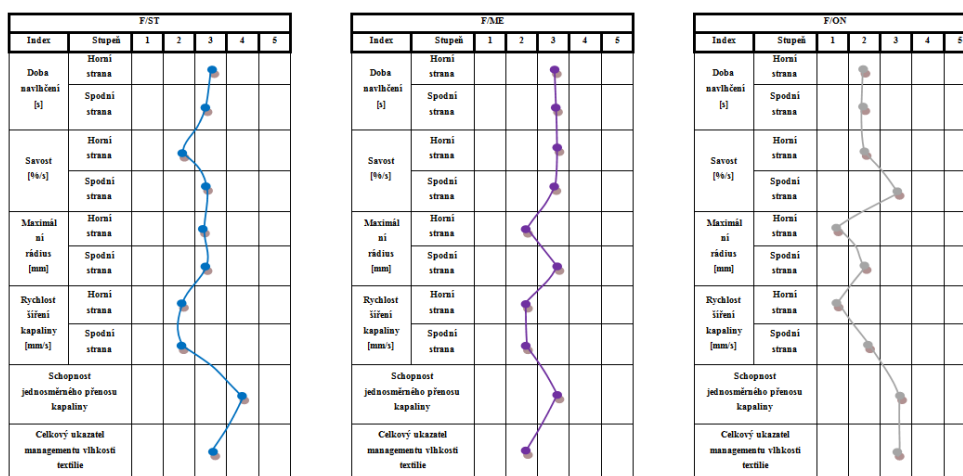
Pro přehlednost byly vyznačeny průměrné hodnoty vlhkostních parametrů všech měřených ponožek do vlastních hadových grafů.



Obrázek 28 Ukazuje grafy vyhodnocující parametry kapalné vlhkosti prostřednictvím stupnice hodnocení vzorků ponožek Z/OS, Z/T9, Z/ER.



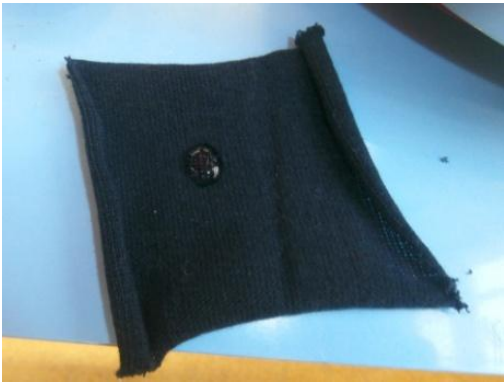
Obrázek 29 Ukazuje grafy vyhodnocující parametry kapalné vlhkosti prostřednictvím stupnice hodnocení vzorků ponožek K/CA, K/53, K/11.

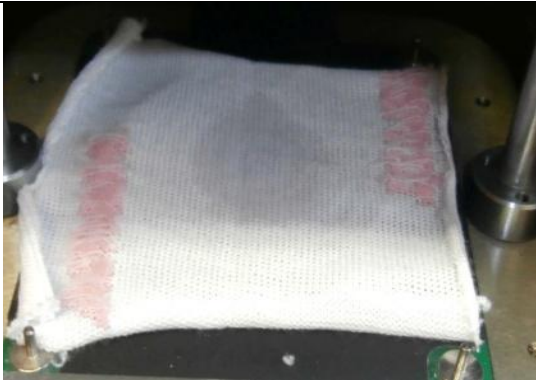


Obrázek 30 Ukazuje grafy vyhodnocující parametry kapalné vlhkosti prostřednictvím stupnice hodnocení vzorků ponožek F/ST, F/ME, K/ON.

10.5 Vyhodnocení výsledků

Tab. 13 Obsahuje slovní hodnocení měřených vzorků.

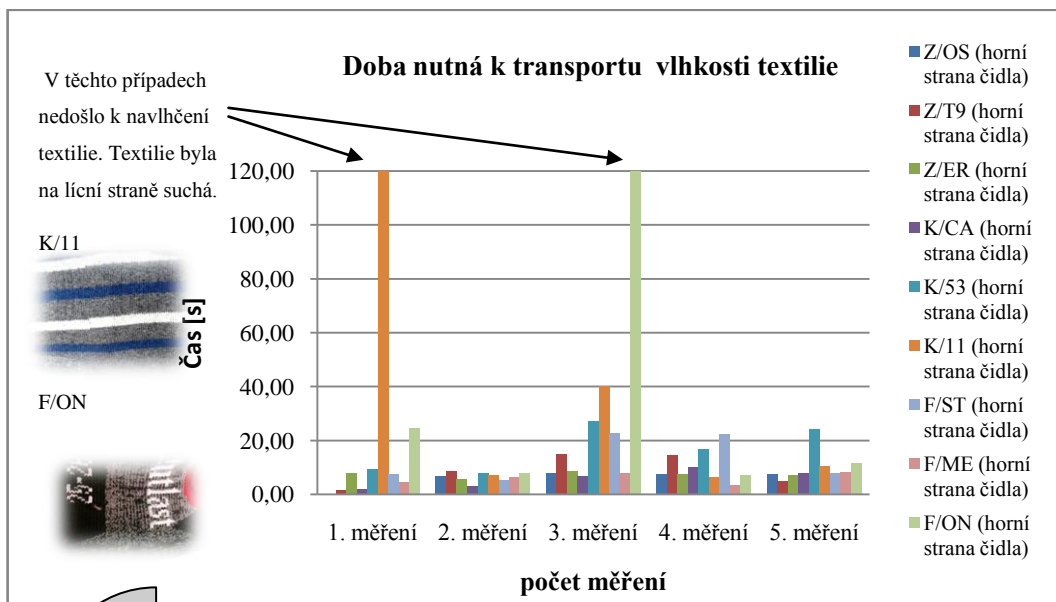
Vlastní označení testovaného materiálu (ponožky)	Charakteristika vlhkostních parametrů
Z/OS	<ul style="list-style-type: none"> • Doba navlhčení je žádná až střední. • Střední až velmi pomalá absorpce roztoku (Což dokazuje, že ponožky neabsorbovali do své struktury vodivý roztok přestože, jsou upleteny ze stoprocentního bavlněného materiálu). • Velmi pomalá rychlost šíření roztoku (Měřené vzorky ponožek byly z vnější strany suché a z vnitřní strany se utvořila kapka vodivého roztoku.). • Nedochází k jednosměrnému přenosu. • Tato textilie (ponožka) se chovala jako voděodolná i přesto, že na ponožku nebyla aplikována žádná speciální úprava.  <p>Obrázek 31 Ukázka pleteniny označené Z/OS z vnitřní strany vzorku. Docházelo k špatnému smáčení [vlastní]</p>
Z/T9	<ul style="list-style-type: none"> • Střední doba navlhčení textilie. • Střední až rychlá absorpce roztoku. • Velká oblast šíření kapaliny. • Střední rychlost šíření roztoku strukturou textilie. • Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny je u textilie slabá. • Kapalina byla šířena elipsově více ve směru sloupku a ve dvou případech měření kapalným roztokem lehce prosákl na spodní čidlo přístroje. V případě kdy se roztok šířil přes zátažnou jednodílnou vazbu s podloženou kličkou a vloženou nití. • Tato textilie je rychle absorbující a rychle schnoucí.

	 <p>Obrázek 32 Ukázka absorpce a následné šíření roztoku na vnitřní straně textilie. [vlastní]</p>
Z/ER	<ul style="list-style-type: none"> • Střední až pomalá doba navlhčení textilie. • Z vnitřní strany pomalá a z vnější strany textilie rychlá savost. • Žádná až malá oblast navlhčení textilie. • Rychlost šíření kapaliny je velmi pomalá (U dvou měření této ponožky se kapalný roztok šířil ve směru řádku. U vzorků, které byly pleteny zátažnou jedolící žebrovou vazbou s vloženou nití, a u kterých byla vazba zátažná jedolící s vloženou elastickou nití, se roztok šířil spíše kruhově). • Schopnost jednosměrného přenosu je u textilie slabá. • Tuto textilií lze zařadit mezi pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie.
K/CA	<ul style="list-style-type: none"> • Doba navlhčení pomalá až střední. • Střední absorpce roztoku. • Velká oblast šíření kapaliny. • Velmi rychlé šíření roztoku textilií. • Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny je slabá. • Tuto textilií lze zařadit mezi rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie.
K/53	<ul style="list-style-type: none"> • Střední doba navlhčení textilie. • Z vnitřní strany pomalá a z vnější strany textilie střední savost. • Plocha navlhčení z vnitřní strany střední a vnější strany textilie je malá. • Velmi pomalá rychlost šíření textilie. • Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny je velmi dobrá. • U jednoho z pěti měření této pleteniny prosákl roztok lehce na spodní čidlo přístroje. • Tuto textilií lze zařadit mezi rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie.

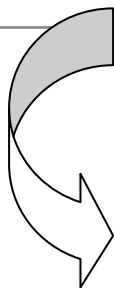
K/11	<ul style="list-style-type: none"> • Doba navlhčení je pomalá. • Z vnitřní strany rychlá a z vnější strany textilie pomalá savost. • Nedochází k šíření kapaliny. • Rychlost šíření roztoku velmi pomalá. • Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny je velmi slabý. • Lze tuto textilií zařadit mezi textilie pomalu absorbující a pomalu schnoucí.
F/ST	<ul style="list-style-type: none"> • Doba navlhčení je střední. • Pomalá až střední absorpce roztoku. • Středně velká oblast šíření kapaliny. • Pomalá rychlost šíření roztoku. • Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny je velmi dobrá. • Dle výsledku měření 1 – 4 se chovala pletenina jako rychle absorbující a pomalu schnoucí. • Při měření 5 se testovaný vzorek pleteniny choval jako vodopropustný.
F/ME	<ul style="list-style-type: none"> • Doba navlhčení je střední. • Střední absorpce roztoku. • Plocha navlhčení z vnitřní strany je malá a z vnější strany textilie je střední. • Pomalá rychlost šíření roztoku (U měření č. 3 a 5 byl radiu kapalné vlhkosti menší, než u zbývajících měření je to ovlivněno vazbou (zátažnou jednocícní s podloženou kličkou) na, kterou byl aplikován kapalný roztok.) • Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny je dobrá. • Lze tuto textilií zařadit mezi rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie
F/ON	<ul style="list-style-type: none"> • Doba navlhčení je pomalá. • Pomalá až střední absorpce roztoku. • Žádná až malá oblast šíření roztoku. • Velmi pomalá až slabá rychlost šíření roztoku. • Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny je dobrá. • Lze tuto textilií zařadit mezi pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie. • Hodnoty naměřené u 1, 2 a 4 měření vykazují vlastnosti dobrého navlhčení pleteniny a ostatní charakteristiky jsou slabé.

10.5.1 Grafické vyhodnocení vlhkostních parametrů

Z vlhkostních parametrů jednotlivých hodnot měření a jejich průměrů byly zpracovány sloupkové grafy.

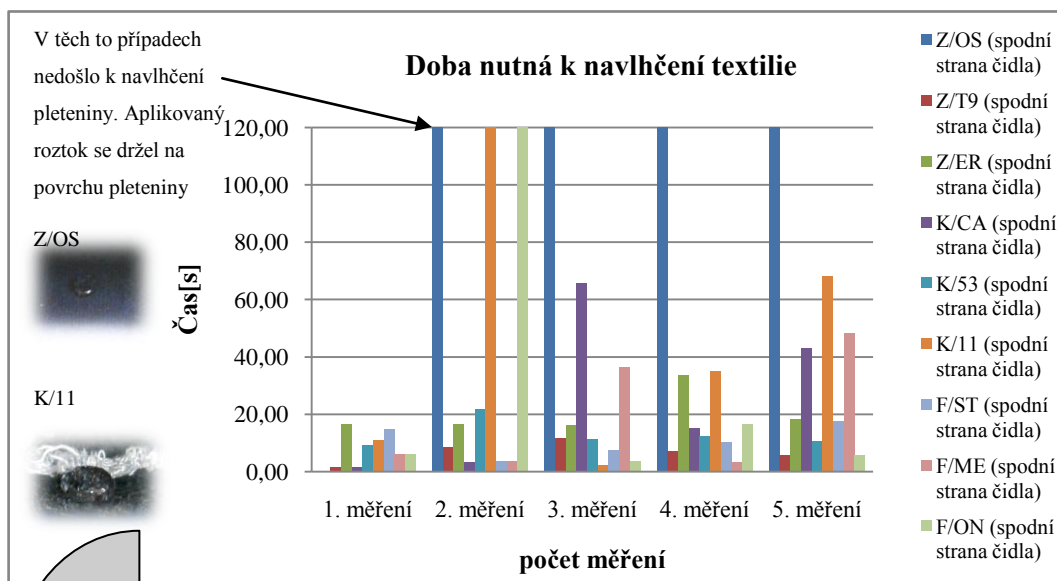


Obrázek 33 Ukazuje graf „Doby navlhčení textilie“ na vnitřní straně ponožky
(Legenda: 0,1 – velmi rychlé, 120 – žádné navlhčení)



Obrázek 34 Ukazuje vzorek ponožky K/11 u které nedošlo k navlhčení roztokem. [vlastní]

Z grafu je patrné, že všechny testované vzorky (ponožek) mají dobu navlhčení pleteniny pomalou až střední. U ponožky K/11, F/ON při jednom z pěti měření nedošlo k navlhčení textilie. Ve třech případech měření byla u ponožky Z/T9 doba navlhčení pod 10 sekund a u zbývajících dvou trvala doba navlhčení textilie cca 15 sekund. U ponožky Z/ER, K/CA a F/ME trvala doba navlhčení maximálně 10 sekund. U ponožky K/53 trvala ve třech případech měření doba navlhčení déle jak 16 sekund.

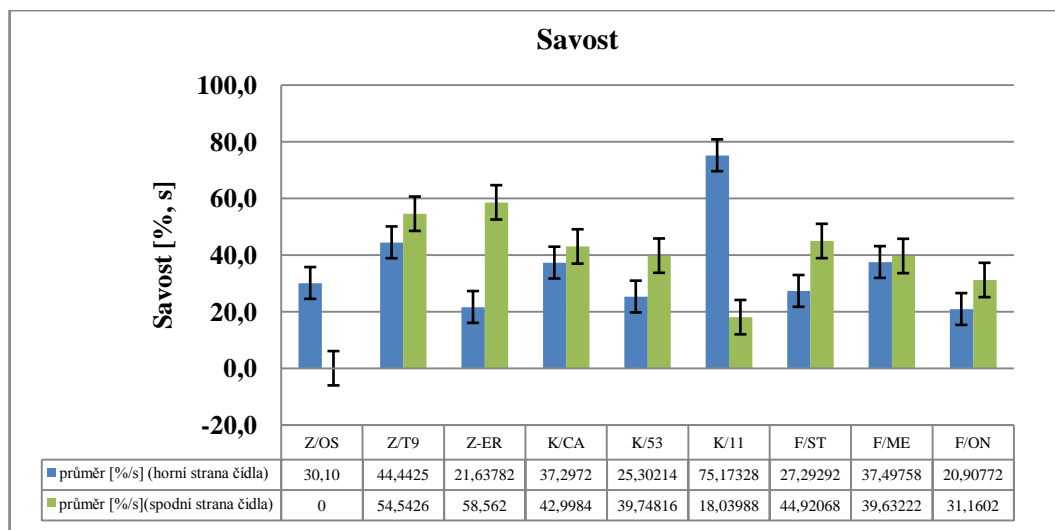


Obrázek 35 Ukazuje graf „Doby navlhčení textilie“ na vnější straně ponožky
(Legenda: 0,1 – velmi rychlé, 120 – žádné navlhčení)



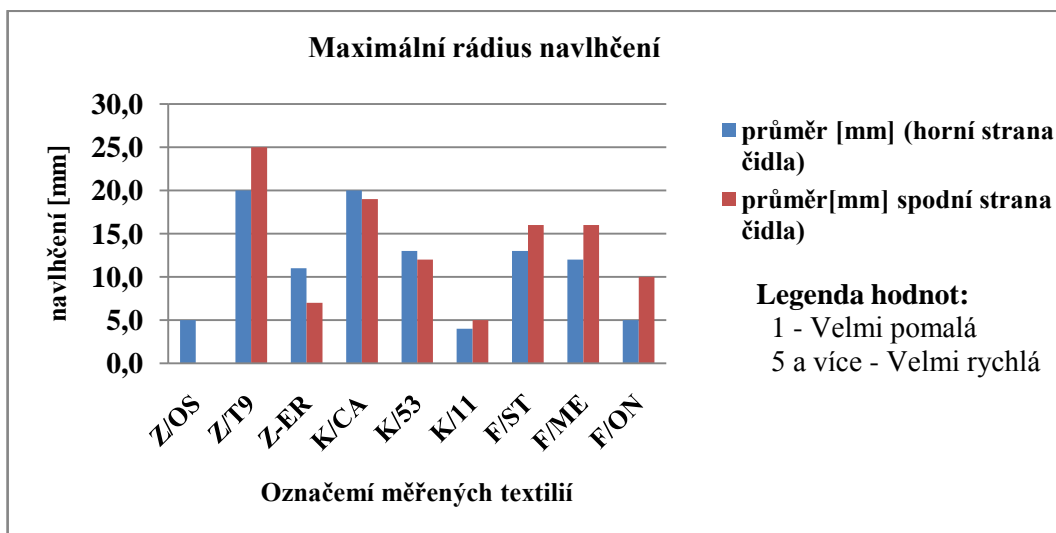
Obrázek 36 Ukázka ponožky K/11 u které nedošlo při druhém měření k navlhčení textilie. [vlastní]

Z grafu plyne, že u ponožek, které byly upleteny zátažnou jedolící vazbou (hladkou) a vazbou zátažnou jedolící krytou s plyšovými kličkami nedocházelo či částečně docházelo k transportu roztoku do vnitřní struktury pleteniny. U ponožky označené Z/OS by v tomto případě pot zůstal na pokožce a vznikl tzv. diskomfort při nošení.



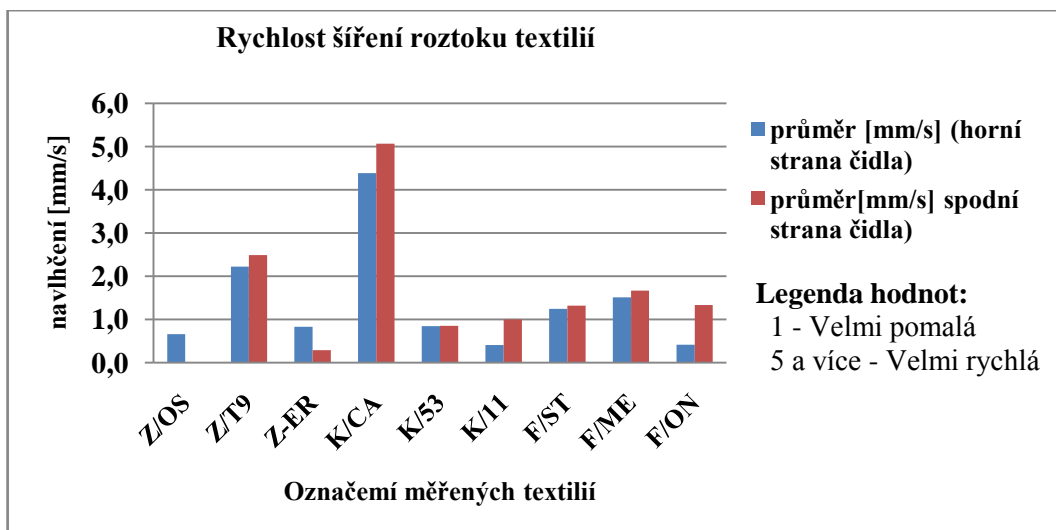
Obrázek 37 Ukazuje graf „Savost“

Z grafu Savost je patrné, že velmi malou savost má ponožka Z/OS.



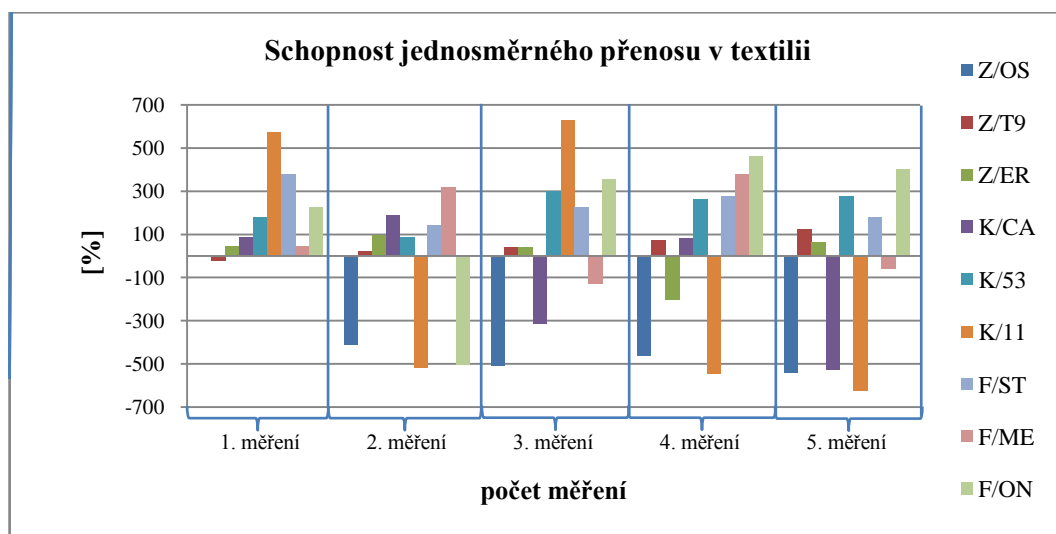
Obrázek 38 ukazuje graf maximálního rádia navlhčení textilií

Z grafu maximálního rádia navlhčení vyplývá, že k nejmenší ploše navlhčení došlo u ponožky Z/OS. Z tohoto parametru lze usoudit, že ponožka Z/OS má špatnou schopnost vysychání. Velkou plochu navlhčení měl vzorek označen Z/T9. Rychlost vysychání je nepřímo závislá na velikosti rádia navlhčení.



Obrázek 39 ukazuje graf rychlosti šíření roztoku v textilií

Velmi malé rychlosti šíření roztoku bylo naměřeno u ponožky Z/OS, je to patrné z grafu označeného jako Rychlost šíření roztoku v textilií. To dokazuje, že roztok (potu) textilie neabsorbovala do své vazební struktury. Lze usoudit, že materiálové složení této ponožky na tuto vlastnost nemělo vliv.



Obrázek 40 ukazuje graf jednosměrného přenosu vlhkosti v textilií

Záporných hodnot u parametru jednosměrného přenosu vlhkosti dosáhly pleteniny Z/OS, K/11, K/CA. Záporné hodnoty v tomto grafu znamenají, že nedošlo k jednosměrnému přenosu. Což znamená, že nedošlo k přenosu vlhkosti mezi dvěma stranami ponožky (obsah vody na horní/vnitřní straně byl významně větší než na spodní/lícové straně). Ponožka K/11 ve třech případech měření (má záporné hodnoty v grafu) byla testována na zátažné jednocílné kryté vazbě s plyšovými kličkami. Zbylá dvě měření, která mají kladné hodnoty, byly provedeny na zátažné jednocílné hladké

vazbě. Ponožka K/CA ve dvou případech měla kladné hodnoty, zde byl roztok aplikován na zátažnou jedolící vazbu s vkládanou elastanovou nití 3:1. Záporné hodnoty byly naměřeny ve dvou případech na zátažné jedolící (hladké) pletenině. U ponožky Z/ER byla naměřena záporná hodnota u čtvrtého měření, kde byl roztok aplikován na zátažnou jedolící žebrovou vazbu s vloženou elastanovou nití.

10.6 Diskuze výsledků

Ponožky ze „*Základní řady*“ mají rozdílné vlastnosti transportu kapalné vlhkosti. Dle materiálového složení ponožka Z/OS (z 100% bavlny) nesplnila předpoklady hydrofobního materiálu (voděodolný charakter). Ponožka Z/T9, dle materiálového složení (polypropylenového vlákna TG 900) a vazební struktury, splnila předpoklady vlhkostních vlastností udávané výrobcem. Tato ponožka je vhodná k náročným fyzickým aktivitám, je rychle absorbující a rychle schnoucí. Ponožka označená Z/ER (z 98% polyamidu/ 2% elastanu) potvrdila předpoklady dle materiálového složení, je pomalu absorbující a pomalu schnoucí.

Ponožky „*klasické řady*“ splnily své předpoklady. Ponožky K/CA (z bavlny/polypropylenu/elastanu) a K/53 (z bavlny/polyamidu/elastanu) jsou rychle absorbující a pomalu schnoucí. Lze usoudit, že za dobrou absorpci může podíl bavlny obsažené v pletenině. Ponožky K/11 (z bavlny/polyesteru/elastanu) jsou pomalu absorbující a pomalu schnoucí. Pomalá absorpce může být ovlivněna použitou ZJ pleteninou s krytými plyšovými kličkami, která má větší tloušťku, zhuštění nití tedy větší hustotu.

Ponožky „*Funkční řady*“ neprokázaly lepší vlastnosti transportu kapalné vlhkosti než ponožky ze „*Základní a Klasické řady*“. Ponožky F/ST (z vláken CoolMax®/bavlny/polypropylenu – Siltex/polyamidu/elastanu) a F/ME (z Merino vlny/polypropylenu – Siltex/elastanu) jsou rychle absorbující a pomalu schnoucí. Ponožka F/ON má podobné výsledky hodnocení jako ponožka K/11 (z bavlny/polyesteru/elastanu).

Z hlediska měření kapalných vlastností na přístroji MMT není rozdělení ponožek na „*Základní, Klasickou a Funkční řadu*“ příliš vhodné. Důvodem je, že ponožky v jednotlivých řadách nemají totožné vlhkostní vlastnosti, ani nebylo potvrzeno, že by nejlepšího transportu kapalné vlhkosti dosáhly ponožky z „*Funkční řady*“, které dle výrobců mají mít tyto vlastnosti nejlepší.

11 Experimentální měření pomocí C–Therm TCi analyzátoru

V této podkapitole byl navrhnout experiment a hodnoceny tepelné izolační charakteristiky u zvolených ponožek za sucha a vlhka při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu.

11.1 Charakteristika měřených hodnot

Tepelná jímavost (Effusivity) **b** je také charakterizována jako tepelný omak, je udávána v jednotkách $[W \cdot \frac{\sqrt{s}}{m^2} \cdot K]$. Lze jí definovat jako mezi povrchovou teplotu, když se dva semi-nekonečné objekty rozdílných teplot dotknou. Čím je větší hodnota (b) tak dochází k větší absorpční schopnosti materiálu. V těchto případech pocítujeme na omak textilií chladnější. Tento parametr se vypočítá dle vzorce (10).[1][31]

$$b = \sqrt{k \cdot \rho \cdot c_p} \quad (10)$$

kde:

k – je tepelná vodivost $[W/m \cdot K]$

ρ – je hustota $[kg/m^3]$

c_p – je tepelná kapacita $[J/kg \cdot K]$

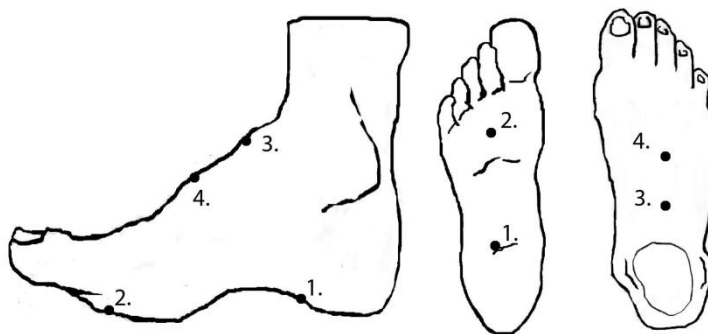
Tepelná vodivost (Conductivity) se označuje písmenem λ a měří se v jednotkách $[W/m \cdot K]$. Tepelná vodivost je fyzikální parametr látek, který je ovlivňován chemickým složením, hustotou, specifickou váhou, teplotou atd. Tepelnou vodivost lze definovat jako množství tepla, které protéklo za jednotku času jednotkou plochy při teplotovém spádu 1° na jednotku délky. [31][32]

Tepelná vodivost kapalin se pohybuje v rozmezí 0,08 až 0,6 $[W/m \cdot K]$. Na rozdíl plyny oproti kapalinám mají menší tepelnou vodivost. Jsou to ze všech látek nejhorší vodiče tepla. Tepelná vodivost plynů se pohybuje v rozmezí 0,005 až 0,5 $[W/m \cdot K]$. Však největší tepelnou vodivostí ze všech látek vyznačují čisté kovy. Tepelná vodivost kovů je přibližně úměrná elektrické vodivosti. [31][32]

11.2 Příprava experimentu

Pro experimentální měření byl potřeba C–Therm Tci analyzátor a přídavný disk pro větší vzorky, notebook s programem TCi 2.4, vzorky ponožek, rozprašovač, nosní sprej, závaží o hmotnosti 500g a alkalický syntetický roztok.

Pro toto experimentální měření byly použity dva páry ponožek od každého vzorku viz. Tab. 2, 3 a 4. Vzorky ponožek byly rozstříženy směrem od lemu ke špičce ponožky na boční straně viz. Obrázek 22. Na všech měřených ponožkách byly naznačeny čtyři body pomocí fixu na textil (na spodní části chodidla u paty, u špičky a body v nártové části ponožky) pro názornost Obrázek 40 přesné umístění bodů na všech vzorcích (viz. Příloha E). Tyto vzorky byly po dobu delší 24 hodin klimatizovány za standardních klimatických podmínek.



Obrázek 41. Názorně ukazuje body, které se měřily na všech vzorcích (ponožek) přístrojem C–Therm TCI analyzátoru. [vlastní]

Před měřením za mokra byl vždy v laboratoři na Katedře materiálového inženýrství připraven 1 l roztoku alkalického syntetického potu dle normy ČSN 80 0165 (Metoda zkoušení stálobarevnosti v potu roku 1986). Složení alkalického syntetického potu (viz. Příloha G).

11.3 Podmínky a postup měření

Měření bylo prováděno v laboratoři na katedře oděvnictví. Během měření byla teplota v laboratoři $22 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a vlhkost $57\% \pm 2\%$.

Měření bylo na všech vzorcích (ponožkách) prováděno na čtyřech místech (viz. Příloha E) vždy tři měření na vnitřní a vnější straně.

11.3.1 Měření za vlhka

Jak již bylo zmíněno, měření za vlhka bylo prováděno dvakrát při rozdílném dávkování potu a stejném dávkování. Množství syntetického potu, které bylo dávkováno na měřené vzorky, vychází z hodnot naměřených ze subjektivního hodnocení (z přivažků potu po fyzické aktivitě) viz. Tab. 10. Pro rozdílné dávkování syntetického potu byly použity mediánové hodnoty pro příslušnou ponožku viz. Tab. 14. Pro stejné dávkování syntetického potu byl spočítán průměr (0,67g syntetického potu) ze všech mediánových hodnot přivažků z ponožek viz. Tab. 14.

Tab. 14 Ukazuje mediánové hodnoty přivažků syntetického potu, které byly aplikovány na jednotlivé ponožky a jakým zařízením bylo prováděno dávkování.

Označení	medián [g]	Dávkování (střík)
Z/OS	1,147	1 · rozprašovač
Z/T9	0,229	3 · nosní sprej
Z/ER	0,682	9 · nosní sprej
K/CA	0,489	7 · nosní sprej
K/53	0,541	8 · nosní sprej
K/11	0,449	7 · nosní sprej
F/ST	0,301	4 · nosní sprej
F/ME	0,626	9 · nosní sprej
F/ON	1,564	1 · rozprašovač + 1 · nosní sprej
Průměr z mediánu	0,67	9 · nosní sprej

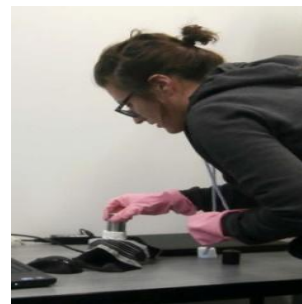
Před aplikací syntetického potu byl proveden test množství, které vystříkne rozprašovač a nosní sprej. Testování probíhalo následovně. Do kádinky, která byla umístěna na laboratorní váze, bylo aplikováno 20 stříků roztoku. Hodnoty jednotlivých stříků roztoku bylo zaznamenáno a zpracováno v programu Microsoft Excel. Následně byly vypočítány průměry a mediány hodnot množství (syntetického potu), které vydával rozprašovač cca 1,024 g a nosní sprej cca 0,075 g. Tabulky měřených hodnot (viz. Příloha F). Nosní sprej byl před experimentem vyvařen.



Obrázek 42 Ukázka nanášení syntetického potu nosní sprej. [vlastní]



Obrázek 43 Ukázka nanášení syntetického potu rozprašovačem. [vlastní]



Obrázek 44 pokládání vzorku na měřicí čidlo a přiložení polyesterové desky a závaží. [vlastní]

Po aplikaci syntetického roztoku na vzorek byl vzorek ponechán 10 minut (v klidovém režimu), aby došlo k prostoupení vlhkosti celou pleteninou. Následně bylo provedeno měření. Dle níže zmíněného postupu.

11.3.2 Postup měření

Na začátku měření byl zapnut přístroj C-Therm Tci analyzátor a spuštěna aplikace TCi 2.4 na notebooku připojeném k přístroji. Poté byl sundán kryt a vzorek umístěn pleteniny na senzor (manipulace se vzorkem byla prováděna v rukavicích z důvodu ovlivnění vzorku). Na vzorek byla umístěna izolační polyesterová deska kruhového průměru a na ní umístěno závaží o hmotnosti 500 g. Následně byl v testovacím programu vytvořen projekt (nastaveno Test Method „Foams“ a Material „Default“) a vyvoláno testování vzorku. V programu byly vyvolány tři měření v bodě a poté testování přerušeno a vzorek byl posunut k dalšímu bodu. Po změření všech bodů byl test ukončen a výsledky testu zobrazeny v tabulce, které byly následně uloženy do programu Microsoft Office Excel k dalšímu zpracování a vyhodnocení. Tento postup byl aplikován na všechny vzorky.

11.4 Zpracování naměřených dat

Naměřená data tepelné jímavosti a tepelné vodivosti byla statisticky zpracována v programu Microsoft Office Excel. Pro lepší názornost byly vytvořeny tabulky s hodnotami tepelné vodivosti a jímavosti v jednotlivých bodech (1-4). Z naměřených hodnot byly vypočítány následné hodnoty průměry (\bar{x}) viz tab. 15 a 16, rozptyly (S^2), směrodatné odchylky (S) a variační koeficienty (V) (viz. Příloha H).

Tab. 15 Ukazuje průměrné hodnoty tepelné jímavosti na měřených pleteninách v jednotlivých bodech.

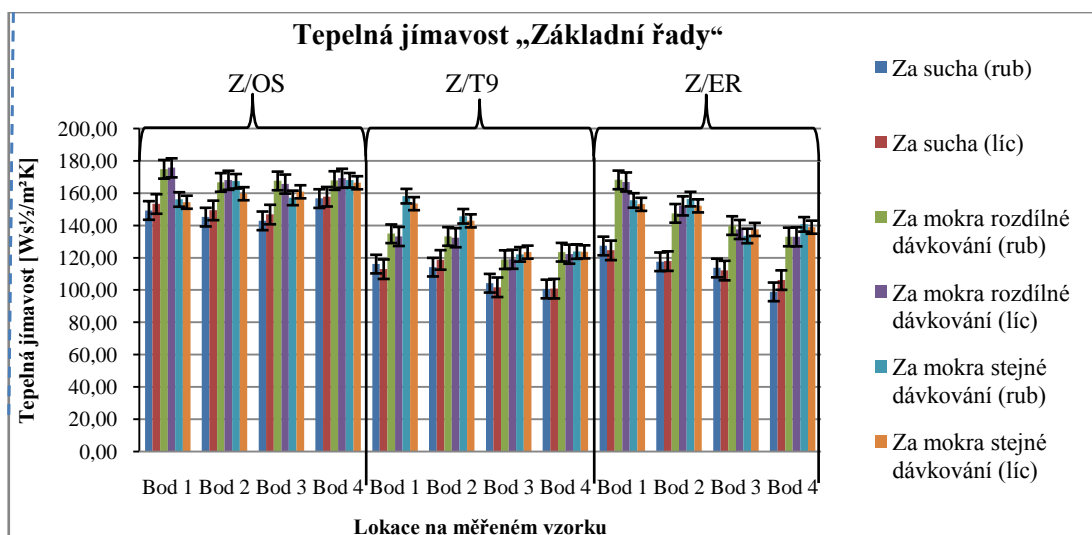
Tepelná jímavost [Ws/m²K]									
				Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
Označení skupiny	Označení vzorku	Statistická veličina	Bod	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
Základní řada	Z/OS	Průměr	Bod 1	149,3512	153,3600	174,8330	175,7327	156,1502	154,4569
			Bod 2	145,2224	149,3782	166,7177	168,0204	167,4291	159,7226
			Bod 3	142,9216	146,8287	167,6292	165,6863	157,1219	160,9160
			Bod 4	156,7057	157,8632	167,8743	169,2655	168,0434	166,5149
	Z/T9	Průměr	Bod 1	116,1398	112,9692	134,9053	133,2521	158,2121	153,5671
			Bod 2	114,2394	118,7164	133,2536	132,4733	145,7446	142,9083
			Bod 3	104,2840	101,7795	118,8911	119,1275	122,1662	123,5334
			Bod 4	100,7072	100,9312	123,4910	122,2888	123,8922	123,7049
	Z/ER	Průměr	Bod 1	127,3603	124,6361	168,2669	166,9907	155,5463	153,1477
			Bod 2	117,5595	117,9711	147,5657	152,1856	156,3951	152,1857
			Bod 3	113,7148	112,1225	139,9951	137,5691	133,5584	137,6048
			Bod 4	98,9374	106,2199	132,9384	133,0195	140,7295	138,9843
Klasická řada	K/CA	Průměr	Bod 1	118,8166	117,4516	131,2627	130,3967	167,6576	169,3121
			Bod 2	116,9379	116,4878	127,1629	126,7893	172,3446	170,8801
			Bod 3	104,9572	105,6550	126,8248	126,6826	175,8360	177,0550
			Bod 4	112,3780	112,7091	125,2917	122,2223	162,5745	160,4653
	K/53	Průměr	Bod 1	174,2319	175,6297	178,6764	178,0916	180,2475	180,4758
			Bod 2	170,6290	171,5729	178,6808	178,6274	180,6655	180,8291
			Bod 3	167,4932	162,8779	178,4019	177,5021	180,2722	179,9815
			Bod 4	165,6466	166,0565	177,4529	177,7100	179,6329	179,3535
	K/11	Průměr	Bod 1	102,7280	100,9334	129,6156	128,5766	139,5502	138,8794
			Bod 2	97,9535	97,9345	120,0270	117,8431	128,0011	124,6855
			Bod 3	102,5712	102,7226	133,9730	134,2745	140,8272	140,7775
			Bod 4	118,2300	116,4220	148,8349	146,4177	145,2499	144,0497
Funkční řada	F/ST	Průměr	Bod 1	136,0072	136,2406	141,5773	142,5270	150,9607	152,1248
			Bod 2	140,0491	138,2179	147,1823	143,9238	152,5392	153,4396
			Bod 3	144,4956	145,7615	148,3577	146,9194	160,9419	162,1122
			Bod 4	91,6343	99,0778	126,7466	124,6964	138,0780	137,0236
	F/ME	Průměr	Bod 1	115,0431	118,3929	124,9279	121,7586	130,4897	128,5808
			Bod 2	116,2950	114,4521	129,2838	127,9053	131,9700	133,7064
			Bod 3	120,6592	123,6092	141,2760	142,4672	146,3027	147,7983
			Bod 4	123,6772	122,3578	143,3471	144,0639	137,7469	139,7709
	F/ON	Průměr	Bod 1	86,5853	86,9623	117,1324	117,2564	90,8067	90,5067
			Bod 2	82,9623	83,8131	108,7393	109,7041	92,7657	92,2582
			Bod 3	81,8914	81,2545	101,4539	100,7248	95,3383	95,3785
			Bod 4	73,2025	79,5222	100,2889	100,3265	93,8885	96,4555

Tab. 16 Ukazuje průměrné hodnoty tepelné vodivosti na měřených pleteninách v jednotlivých bodech.

Tepelná vodivost [W/m · K]									
				Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
Označení skupiny	Označení vzorku	Statistická veličina	Bod	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
Základní řada	Z/OS	Průměr	Bod 1	0,0767	0,0787	0,0865	0,0868	0,0793	0,0786
			Bod 2	0,0752	0,0768	0,0833	0,0838	0,0836	0,0806
			Bod 3	0,0744	0,0759	0,0836	0,0829	0,0797	0,0811
			Bod 4	0,0795	0,0799	0,0837	0,0843	0,0838	0,0832
	Z/T9	Průměr	Bod 1	0,0652	0,0642	0,0716	0,071	0,08	0,0783
			Bod 2	0,0646	0,0661	0,071	0,0707	0,0754	0,0744
			Bod 3	0,0614	0,0606	0,0661	0,0662	0,0672	0,0677
			Bod 4	0,0603	0,0603	0,0677	0,0673	0,0678	0,0677
	Z/ER	Průměr	Bod 1	0,069	0,0681	0,0839	0,0834	0,079	0,0781
			Bod 2	0,0657	0,0658	0,0761	0,0778	0,0793	0,0778
			Bod 3	0,0644	0,0639	0,0734	0,0725	0,0711	0,0725
			Bod 4	0,0597	0,062	0,0709	0,0709	0,0736	0,073
Klasická řada	K/CA	Průměr	Bod 1	0,0661	0,0657	0,0703	0,07	0,0836	0,0843
			Bod 2	0,0655	0,0653	0,0689	0,0688	0,0855	0,0849
			Bod 3	0,0616	0,0618	0,0688	0,0688	0,0869	0,0874
			Bod 4	0,064	0,0641	0,0683	0,0672	0,0817	0,0809
	K/53	Průměr	Bod 1	0,0862	0,0868	0,088	0,0878	0,0886	0,0887
			Bod 2	0,0848	0,0852	0,088	0,088	0,0888	0,0889
			Bod 3	0,0836	0,0818	0,0879	0,0875	0,0887	0,0885
			Bod 4	0,0829	0,083	0,0875	0,0876	0,0884	0,0883
	K/11	Průměr	Bod 1	0,0609	0,0603	0,0698	0,0694	0,0732	0,073
			Bod 2	0,0594	0,0594	0,0665	0,0658	0,0692	0,0681
			Bod 3	0,0609	0,0609	0,0713	0,0714	0,0737	0,0737
			Bod 4	0,0659	0,0653	0,0766	0,0757	0,0753	0,0748
Funkční řada	F/ST	Průměr	Bod 1	0,072	0,072	0,0739	0,0743	0,0773	0,0778
			Bod 2	0,0734	0,0727	0,0759	0,0748	0,0779	0,0782
			Bod 3	0,075	0,0754	0,0764	0,0759	0,0811	0,0815
			Bod 4	0,0575	0,0598	0,0688	0,0681	0,0727	0,0723
	F/ME	Průměr	Bod 1	0,0649	0,066	0,0682	0,0671	0,0701	0,0694
			Bod 2	0,0653	0,0647	0,0696	0,0692	0,0706	0,0712
			Bod 3	0,0667	0,0677	0,0738	0,0743	0,0756	0,0762
			Bod 4	0,0677	0,0673	0,0746	0,0748	0,0726	0,0733
	F/ON	Průměr	Bod 1	0,0559	0,0561	0,0656	0,0656	0,0572	0,0571
			Bod 2	0,0549	0,0551	0,0628	0,0631	0,0578	0,0577
			Bod 3	0,0545	0,0544	0,0605	0,0603	0,0586	0,0586
			Bod 4	0,052	0,0539	0,0601	0,0602	0,0582	0,059

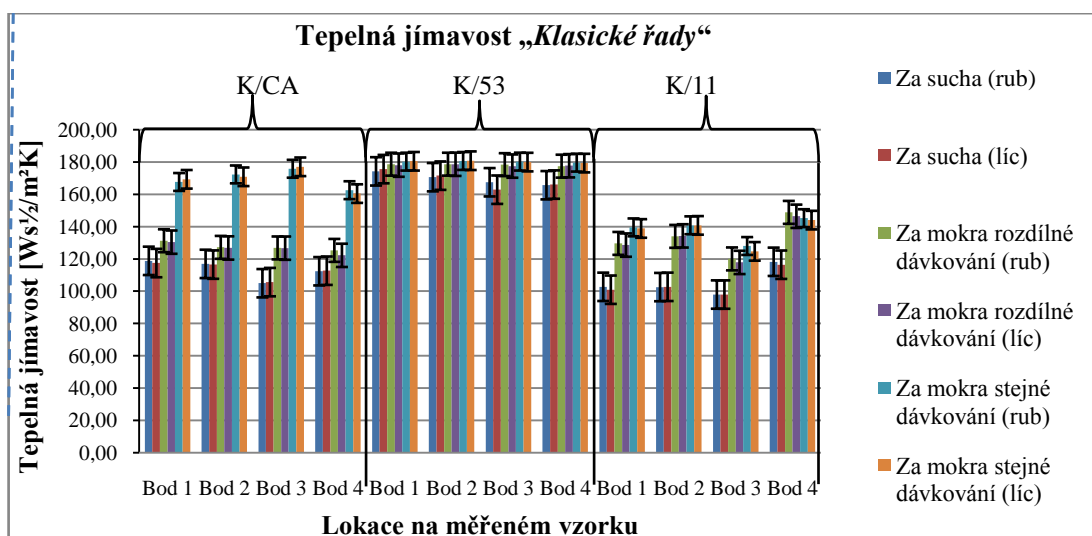
11.5 Vyhodnocení výsledků měření

Jak již bylo zmíněno, pleteniny (ponožky) byly hodnoceny na základě dvou parametrů tepelné jímavosti a tepelné vodivosti. Pro lepší názornost byla data z Tab. 15 a 16 upravena do sloupcových grafů. V grafech jsou vyznačeny chybové úsečky, kde je použita hodnota standardní chyby. Chybové úsečky znázorňují potencionální velikost chyby v jednotlivých bodech a v celé datové řadě.



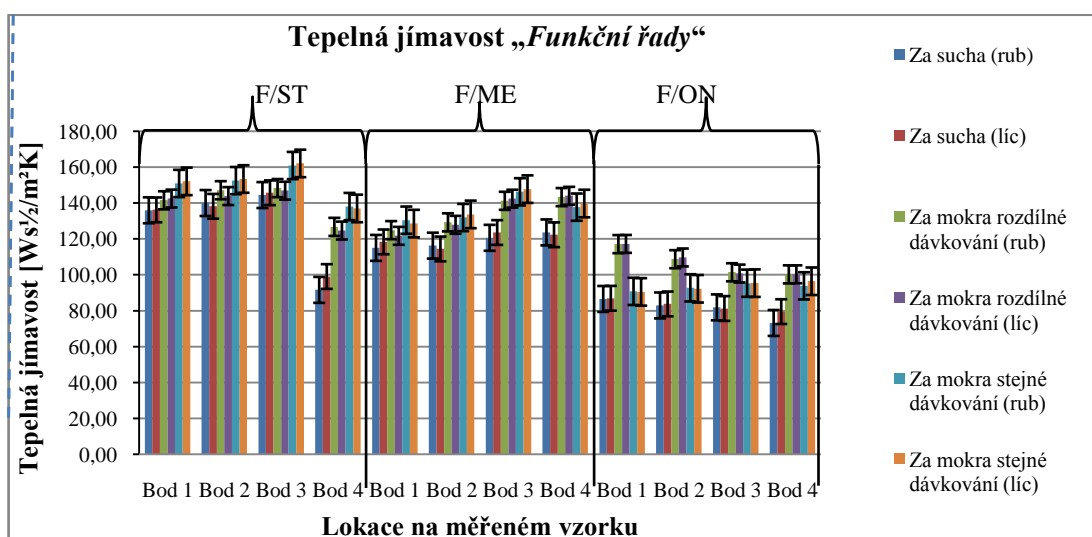
Obrázek 45 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné jímavosti vzorků (ponožek) „Základní řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.

Z naměřených hodnot tepelné jímavosti pletenin označených jako „Základní řada“ dosahuje nejvyšších hodnot za sucha i za mokra ponožka Z/OS, která je upletena zátažnou jedolící hladkou vazbou. Tato ponožka tedy působí nejchladnějším pocitem při omaku. Tepelná jímavost u ponožky Z/T9 je téměř stejná v bodech 1 a 2 jedná se o (zesílenou zátažnou jedolící hladkou) pleteninu, kde je tepelná jímavost v řadě dvou desítek vyšší než v bodě 3 a 4 (vazba s podloženou kličkou a vloženou nití). U ponožky Z/ER se tepelná jímavost liší ve všech měřených bodech. Nejvyšší hodnoty byly naměřeny v bodě 1 (jedná se o vazbu zátažnou jedolící žebrovou). Z obrázků 45 vyplývá, že tepelná jímavost za sucha u ponožek této řady je nižší přibližně o $20 [W s^{1/2} / m^2 K]$ než za mokra.



Obrázek 46 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné jímavosti vzorků (ponožek) „Klasické řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.

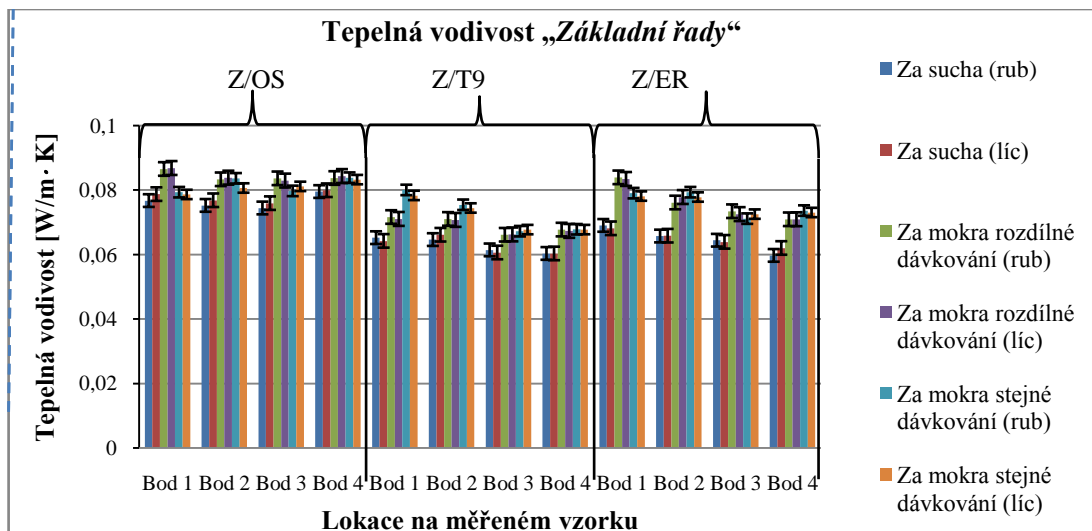
Nejvyšších hodnot tepelné jímavosti u ponožek z „Klasické řady“ dosáhla ponožka označena K/53 opět zátažné jedolící vazby (hladké). Ponožka označení K/CA má téměř stejné hodnoty v bodě 1 a 2 jde o (zátažnou jedolící hladkou) vazbu. V bodě tři (zátažná jedolící s vloženou nití) jsou naměřené hodnoty nejnižší ve všech fázích. U ponožky označené K/11 by měly být hodnoty v bodě 1 a 2 podobné. V bodě 3 se měřily hodnoty na zátažné jedolící vazbě i přesto, že v několika případech se vyznačovala zátažná jedolící hladka vazba nejvyššími hodnotami tepelné jímavosti, v tomto případě jsou hodnoty také vyšší než u bodů 1, 2 a 4.



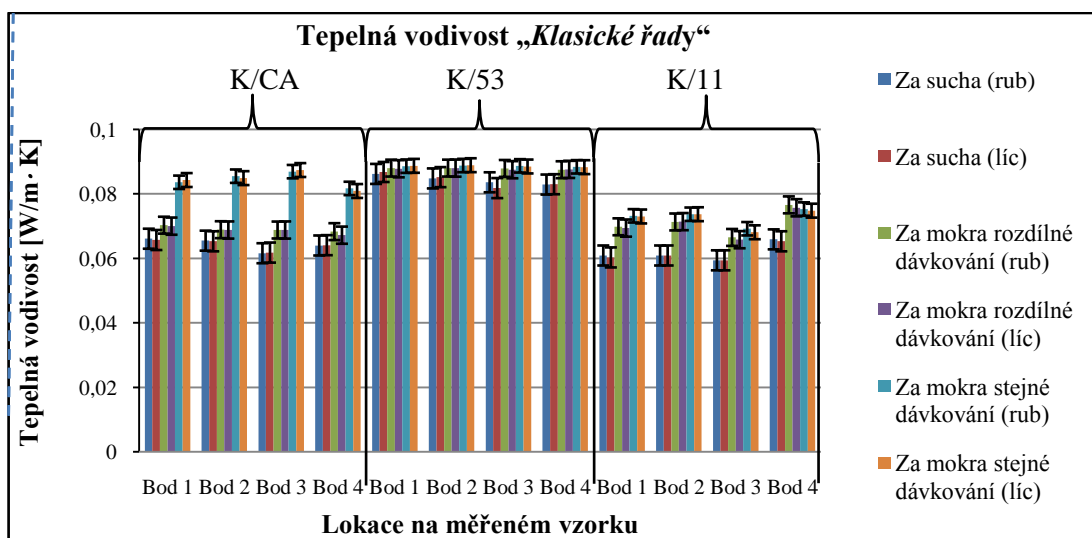
Obrázek 47 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné jímavosti vzorků (ponožek) „Funkční řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.

Nejvyšších hodnot tepelné jímavosti u ponožek z „Funkční řady“ dosáhla ponožka označena F/ST upletená zátažnou jedolící hladkou vazbou (v bodě 1, 2 a 3) a

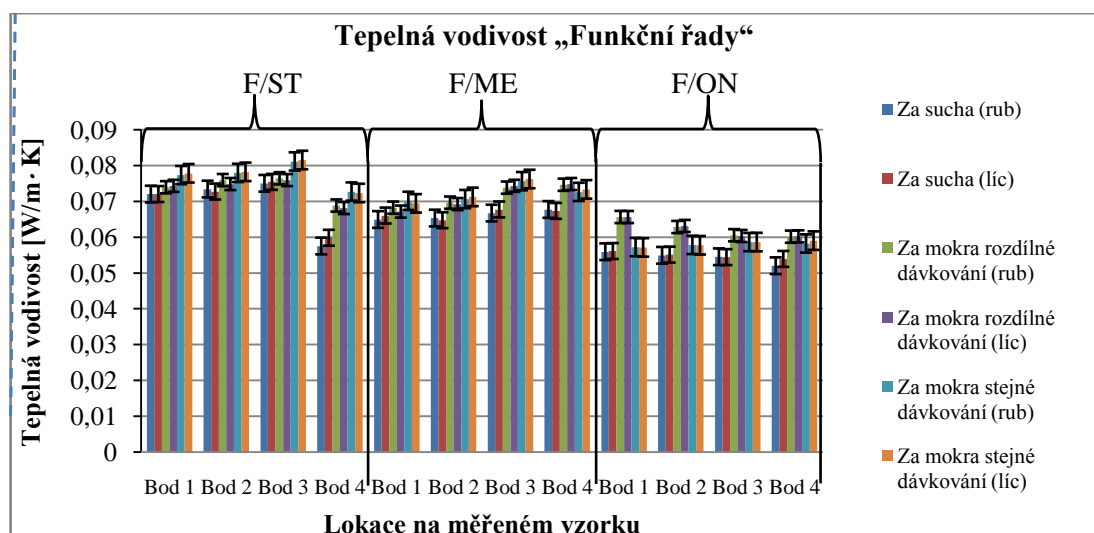
zátažnou jednolící vazbou s vloženou elastanovou nití (v bodě 4). Ponožka označená F/ME má v bodě 1 a 2 hodnoty tepelné jímavosti nižší v řádu jednotek než v bodě 3 a 4. Ponožka F/ON má téměř hodnoty tepelné jímavosti ve všech bodech podobné. Tato ponožka má nejnižší hodnoty tepelné vodivosti ze všech ponožek.



Obrázek 48 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné vodivosti vzorků (ponožek) „Základní řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.

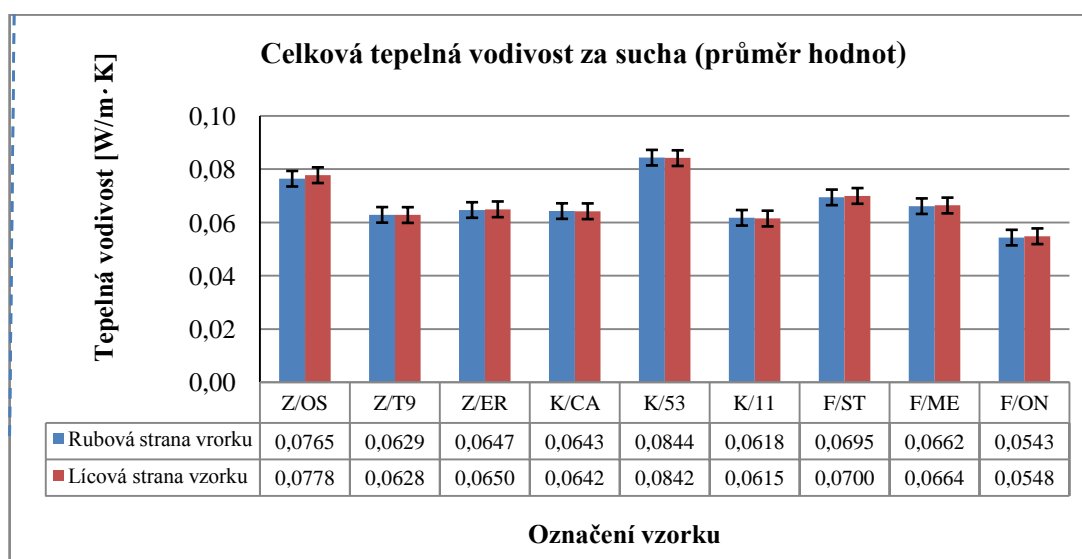


Obrázek 49 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné vodivosti vzorků (ponožek) „Klasické řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.



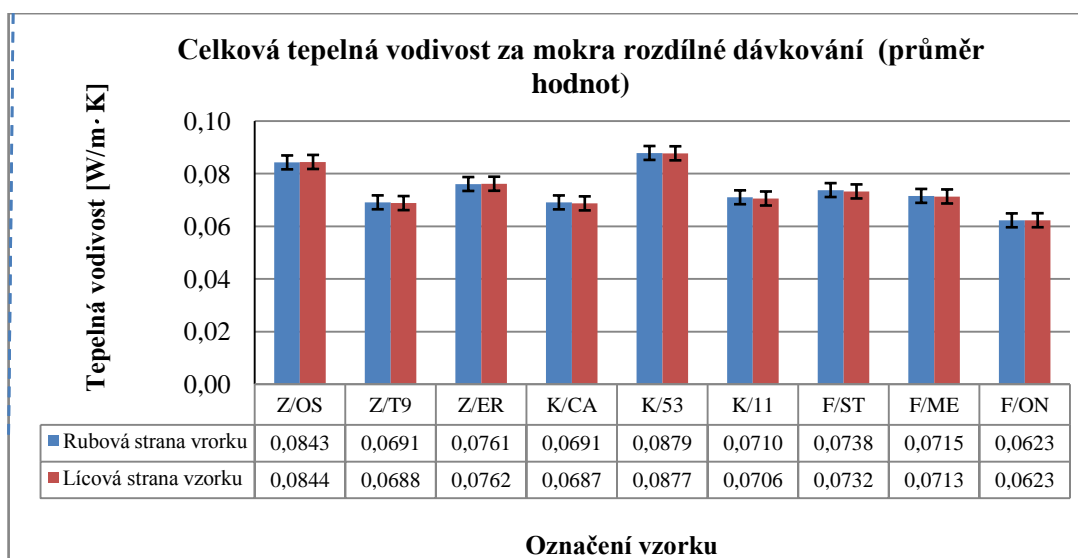
Obrázek 50 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné vodivosti vzorků (ponožek) „Funkční řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.

V Grafech níže je vyhodnocena tepelná vodivost, kde byly zprůměrovány hodnoty všech bodů na ponožce. Pro tyto grafy jsou hodnoty zpracovány v Příloze I.



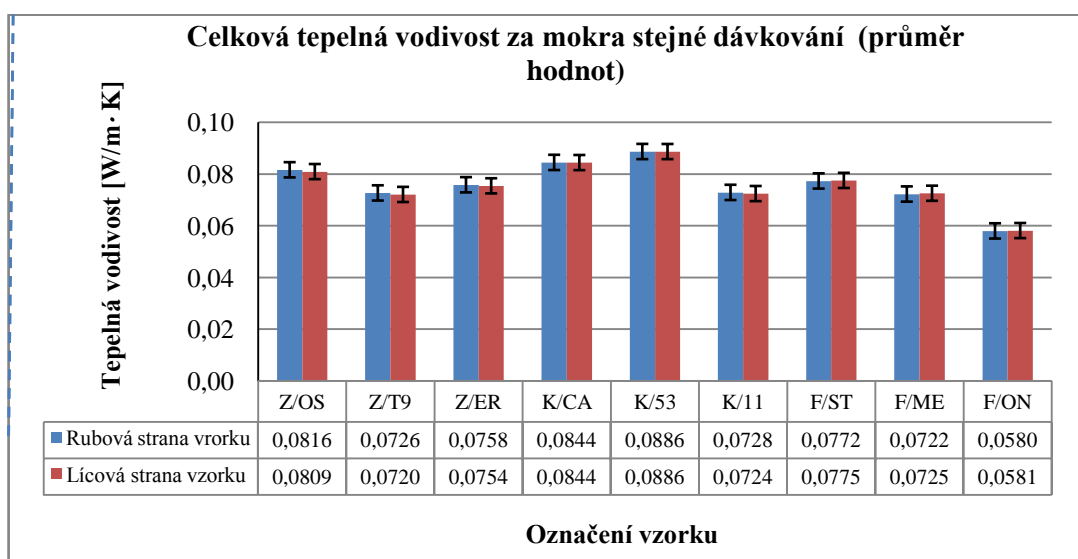
Obrázek 51 Ukazuje graf zprůměrovaných hodnot tepelné vodivosti ve všech bodech za sucha.

Tepelná vodivost u suchých vzorků pletenin pohybovala v rozmezí 0,543 až 0,0844 [W/m · K].



Obrázek 52 Ukazuje graf zprůměrovaných hodnot tepelné vodivosti ve všech bodech za mokra rozdílné dávkování.

Tepelná vodivost u mokrých vzorků pletenin při rozdílném dávkování se hodnoty pohybovaly v rozmezí 0,0623 až 0,0879 [W/m · K]. Tepelná vodivost se u všech vzorků pletenin zvýšila cca řádově o jednu setinu oproti vzorkům za sucha.



Obrázek 53 Ukazuje graf zprůměrovaných hodnot tepelné vodivosti ve všech bodech za mokra stejného dávkování.

Tepelná vodivost u mokrých vzorků pletenin při stejném dávkování se pohybovala v rozmezí 0,0580 až 0,0886 [W/m · K]. Z těchto výsledků je patrné, že jako nejlepší izolant se chová ponožka označení F/ON (dle výrobce určena do chladných prostředí). Ponožky označené Z/OS, K/CA, K/53 v tomto případě nejsou dobrými izolanty.

11.6 Diskuze výsledků

Tepelná jímavost všech měřených pletenin se za sucha pohybovala v rozmezí 73,2025 až 174,2319 [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$] a za mokra v rozmezí 90,5067 až 180,6655 [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$]. Z grafu vyplývá, že tepelnou jímavost ovlivňuje nejvíce vazba. Čím je vyšší hodnota tepelné jímavosti, tím se ponožka zdá na omak chladnější. Např. u ponožky Z/OS (z 100% bavlny) byly naměřeny nejvyšší hodnoty. Avšak absorpční interval byl nepatrný. Nejrozsáhlejší absorpční rozsahu (105,655; 177,055) [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$] bylo naměřeno u ponožky K/CA (z bavlny/polypropylenu/elastanu). Kombinace bavlněných a polypropylenových vláken u této ponožky pozitivně ovlivňuje schopnost odvádět vlhkost od pokožky. Z toho lze usoudit, že ponožka je vhodná k sportovním aktivitám.

Z grafů tepelné vodivosti je patrné, že nejvyšších hodnot dosahují ponožky či body na ponožkách, které byly pleteny zátažnou jedolící vazbou z přízí bavlny či její příměsí. Nejnížší hodnoty tepelné vodivosti byly naměřeny u vzorků ponožek F/ON (z vláken Outlast®/vlny/polypropylenu/elastanu) a K/11 (z vláken bavlny/polyesteru/elastanu), které byly pleteny vazbou zátažnou jedolící krytou s plyšovými kličkami, zároveň tyto pleteniny mají větší tloušťku, jsou tedy vhodné k nošení v chladném prostředí. Pro letní období jsou vhodnější ponožky, které mají menší tloušťku např. ponožky Z/T9 (z 100% polypropylenu). Výsledky z grafů tepelné vodivosti potvrdily, že dochází k nárůstu hodnot při vyšší koncentraci vlhkosti (syntetického potu) v pleteninách. V těchto případech může docházet k nepříjemným pocitům na pokožce při dlouhodobém nošení.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navrhnout metodiku měření kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti v textiliích a provést ji. Experimentální testování bylo prováděno na devíti druhích komerčně prodávaných ponožek (na první oděvní vrstvě), rozdílného materiálového složení, konstrukční vazby a použití. Experimentální část byla rozdělena do tří částí, kde bylo měření prováděno odlišnými metodami objektivními a subjektivními. Hlavním úskalím experimentálního měření vzorků ponožek byla jejich vazební rozmanitost a malý rozměr. Vzorky ponožek před všemi experimenty nebyly podrobeny žádnému čištění.

První experiment na ponožkách byl měřen a vyhodnocován prostřednictvím subjektivních pocitů sedmi probandů, kteří byli podrobeni fyzické zátěži a to jízdě na rotopedu po dobu 30 minut. Probandi prováděli tuto fyzickou aktivitu v klimatických podmínkách při teplotě 21 ± 1 °C, vlhkosti $55 \pm 5\%$. Těmto klimatickým podmínkám nevyhovovala ponožka F/ON (určena k horské turistice z vláken obsahující 45% Outlast, 25% polypropylenu, 20% vlny, 5% elastanu), která by měla být testována v chladných podmínkách. A však se měření na této ponožce provádělo z hlediska kompaktnosti všech vzorků ponožek. Probandi uvedli, že nejlépe odváděla vlhkost ponožka Z/T9 (z polypropylenových vláken TG 900). Příčný řez těchto vláken se vyznačuje laločnatým tvarem, jenž dobře transportuje vlhkost.

První objektivní měření bylo prováděno na přístroji MMT, který měří šíření kapalně vlhkosti v textiliích. Výhodou tohoto přístroje je, že umožňuje měřit šíření kapalně vlhkosti na povrchu a napříč textilií. Všechny vzorky ponožek byly změřeny a vyhodnoceny dle definovaných ukazatelů přístroje a zařazeny do příslušné kategorie. Výsledky měření ponožek se v některých případech hodně lišily. Bylo to ovlivněno tím, že kapka potu byla aplikována na jiné místo (vazbu pleteniny) než předešlé měření. Např. u ponožky K/11 (z vláken obsahujících 67% bavlny, 31% polyamidu, 2% elastanu) se chovala při měření v části špičky ponožky jako voděodolná a ponožka označená F/ON (z vláken obsahující 45% Outlast®, 25% polypropylenu, 20% vlny, 5% elastanu) se chovala jako voděodolná v případě když byl roztok aplikován v nártové části.

Druhé objektivní měření bylo měřeno na přístroji C-Therm Tci analyzátoru, který měří tepelně izolační vlastnosti. Výhodou tohoto zařízení je, že umožňuje měřit vzorky

malých rozměrů nedestruktivním způsobem. Vzorky ponožek byly měřeny za sucha a mokra (při rozdílném a stejném dávkování). Roztok byl nanášen rozprašovačem. Po nastříkání byl syntetický pot ponechán 10 min., aby vlhkost mohla proniknout do struktury vazby celé pleteniny a následně měřen a vyhodnocen.

Z výsledků jak subjektivního tak objektivního měření vyplývá, že největší vliv na tepelně izolační vlastnosti a vlhkostní parametry má vazba ponožky, pórovitost, následně materiálové složení a povrchové úpravy. Z hlediska tepelně izolačních vlastností, např. tepelné vodivosti, je vhodnější používat ponožky, které jsou pleteny zátažnou jednolící pleteninou s plyšovými kličkami a ponožky, které mají větší tloušťku materiálu. Podstatné také je, v jakých klimatických podmínkách budou ponožky nošeny např. pro letní období. V tomto období by byly vhodné ponožky označené Z/11 (z vláken obsahujících 67% bavlny, 31% polyamidu, 2% elastanu), které dostatečně nasají vlhkost a zároveň dobře izolují. Probandi uváděli, že tyto ponožky během zátěže hřály, bezprostředně po zátěži byly neutrální a po 15 minutové relaxaci ponožky začaly znovu hřát. Do chladnějšího prostředí je vhodnější nosit výrobky, které mají nízké hodnoty tepelné vodivosti např. ponožky F/ON (z vláken obsahující 45% Outlast®, 25% polypropylenu, 20% vlny, 5% elastanu), které měly největší tloušťku.

Z hlediska vlhkostních parametrů, které byly měřeny na přístroji MMT je ideální, aby ponožky byly rychle absorbující a rychle schnoucí. Tohoto výsledku dosáhly pouze jedny ponožky ze všech měřených a to Z/T9 (pleteny ze 100% polypropylenového vlákna). Tyto ponožky jsou upleteny z několika vazeb především zátažné jednolící hladké a zátažné jednolící s podloženou kličkou a vloženou nití. Podstatné je, aby ponožky při vyšší fyzické aktivitě odváděly pot do okolního prostředí. Z výsledků subjektivního hodnocení probandi potvrdili výsledky přístroje MMT, že ponožky mají dobrou schopnost vysychavosti. Z hodnot zapsaných v dotazníku je znatelné, že po 15 minutové relaxaci probandi pociťovali mnohem menší vlhkost v ponožce.

Z výsledků je zřejmé, že ponožky pleteny ze 100% přírodních vláken např. bavlny mají dobré absorpční vlastnosti a však z výsledků subjektivního hodnocení probandi uváděli, že u ponožek po 30 minutové aktivitě pociťovali diskomfort, docházelo k pomalému odvodu vlhkosti, což u ponožek označené Z/OS (pletených ze 100% bavlny) potvrdily i výsledky přístroje MMT.

Tato práce potvrdila, že nelze samostatně hodnotit odvod vlhkosti a tepla. Z hlediska subjektivního hodnocení probandi nerozlišovali vlhkostní a tepelně izolační vlastnosti, ale nahlíželi na tyto vlastnosti komplexně. Výsledky objektivního měření a pocity probandů korespondovali. Z hlediska dobrých vlastností komfortu jsou pro odvod vlhkosti vhodná vlákna polypropylenová (TG 900), např. v kombinaci s ZJ pleteninou krytou plyšovými kličkami (dobré izolační vlastnosti) či použití směšové příze bavlny s polypropylenem nebo polyesterem.

I přes tento výzkum, je téma zpracování kombinovaného přestupu tepla a vlhkosti stále otevřené. Navrhuji se v budoucnu zaměřit např. na fyziologii probandů a z hlediska objektivního měření fyziologického komfortu navrhnout metodiku měření prodyšnosti vzhledem k malé ploše výrobku a provést ji.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] HES, L.; SLUKA, P.: *Úvod do komfortu textilií*. Skripta, Technická univerzita v Liberci, 2005. ISBN 80-7083-926-0
- [2] HÜBSHMANN, K.: *Kůže orgán lidského těla*, Academia, Praha, 1972, 198 s.
- [3] Katedra oděvnictví, *Oděvní komfort, fyziologie odívání, fyziologické vlastnosti*, [online]. [cit. 2015-3-11], Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska6_2013.pdf>
- [4] HORNÍČEK, P.: *Odvod vlhkosti a tepla z povrchu lidského těla*, (STE), Liberec, 2002, [online]. [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/STE/dalsi_podklady/Odvod%20vlhkosti%20a%20tepla.pdf>
- [5] DELLJOVÁ, R., A., AFANASJEVOVÁ, R., F., ČUBOVÁ, Z., S.: *Hygiena odívání*, SNTL, Praha, 1984, 142 s.
- [6] KOVÁŘ, R.: *Pletení*. TUL. Liberec, 2001, 96 s.
- [7] ŠTOROVÁ, R.: *Technologie pletářství*. TUL. Skripta. Liberec, 2003, 85 s. ISBN 80-7083-671-7
- [8] ŠTOČKOVÁ, H.: *Textilní zbožížnalství – Pleteniny*. Skripta. Liberec, TUL, 2006, 41 s. ISBN 80-7372-114-7
- [9] VoXX®, *Katalog ponožek VoXX®*, 2009. [online]. [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <<http://data.mis-sys.cz/VOXX.pdf>>
- [10] norskamoda.cz: *Vše o vlně Merino*. [online]. [cit. 2015-10-12] Dostupné z: <<http://norskamoda.cz/chytre-rady/vse-o-vlne-merino/>>
- [11] STANĚK, J., HYNČOVÁ, J., KOVAČIČ, V.: *Nauka o textilních materiálech: Díl I., Část 2. Struktura získávání a výroba vláken*. TUL. Skripta. Liberec, 1986, 212 s.
- [12] Moira: *Používaná vlákna*. [online]. [cit. 2015-10-14]. Dostupné z: <<http://firma.moir.cz/af37-pouzivana-vlakna.html>>
- [13] Škola textilu, e-ltex: *Vlákna, příze, nitě, Chemická vlákna*. [online]. [cit. 2015-10-14]. Dostupné z: <<http://www.skolertextilu.cz/elearning/465/textilni-terminologie-zboziznalstvi/vlakna-prize-a-nite/Chemicka-vlakna.html>>

- [14] Škola textilu, e-ltex: *Pleteniny, Materiály pro výrobu pletenin*. [online]. [cit. 2015-10-14]. Dostupné z: <<http://www.skolatextilu.cz/elearning/309/textilni-terminologie-zboziznalstvi/pleteniny/Materialy-pro-vyrobu-pletenin.html>>
- [15] KNÍŽEK, R.: *Oděvy pro sportovní a outdoorové sporty* Skripta. Technická univerzita, Liberec: ISBN 978-80-7494-012-5 [online]. [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <http://blade1.ft.tul.cz/elearning/Media/File/5/127/Sripta_OdevyProSportovni_vnitrek.pdf>
- [16] POUCHOVÁ, T.: *Alternativní metoda měření transportu kapalně vlhkosti u funkčního materiálu*, Liberec, 2013, Diplomová práce, TUL. Katedra oděvnictví. Vedoucí práce Renata NĚMČOKOVÁ.
- [17] Outlast®, *Technology*, [online]. [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <<http://www.outlast.com/en/technology/>>
- [18] Outlast®, *Fibers*, [online]. [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <<http://www.outlast.com/en/applications/fiber/>>
- [19] Onofrei E., Ana Maria Rocha A., M., André Catarino, A.: *The Influence of Knitted Fabrics' Structure on the Thermal and Moisture Management Properties*. Jornal of Engineered Fibers and Fabrics, Volume 6, Guimarães Braga PORTUGAL, 2011, s.21
- [20] Gina, *CoolMax®*. [online]. [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <<http://www.gina.cz/Informace-o-zbozi/Materialy/CoolMax%C2%AE.aspx>>
- [21] Moira, *VLÁKNO TG 900* [online]. [cit. 2015-10-14]. Dostupné z: <<http://firma.moir.cz/af35-vlakno-tg900.html>>
- [22] Základní textilní a oděvní výroba, 3. *Tkaní*, Liberec, Skripta, TUL, [online]. [cit. 2015-10-11]. Dostupné z: <<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/data/2003-01-10/07-23-40.pdf>>
- [23] MOISTURE MANAGEMENT TESTER, M290 MMT – Users manual. SDL ATLAS, Rev. 4. 1(11/10), SN:808G0007.
- [24] THERMETRICS, *Sweating Guarded Hotplate*. [online]. [cit. 2015-10-30]. Dostupné z: <http://www.thermetrics.com/sites/default/files/product_brochures/SGHP%20Hotplate%20Thermetrics%202015.pdf>

- [25] Katedra oděvnictví, *Zpracovatelské a užité vlastnosti materiálů (NS), Propustnost tepla a vodních par – Skin model*. [online]. [cit. 2015-10-14]. Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/SKIN_MODEL1.pdf>
- [26] Katedra oděvnictví, *Zpracovatelské a užité vlastnosti (NS), Propustnost tepla – Alambeta*. [online]. [cit. 2015-11-2] Dostupné z: <<http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/ALAMBETA1.pdf>>
- [27] Katedra oděvnictví, *Zpracovatelské a životelské vlastnosti (NS), propustnost tepla – Togmetr*. [online]. [cit. 2015-11-2] Dostupné z: <<http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/TOGMETER1.pdf>>
- [28] C – THERM TECHNOLOGIES, *Products, Thermal Conductivity Instruments*. [online]. [cit. 2015-11-2] Dostupné z: <http://www.ctherm.com/products/tci_thermal_conductivity/>
- [29] SENSORA INSTRUMENTS & CONSULTING, *Permetest*. [online]. [cit. 2015-11-2]. Dostupné z: <<http://www.sensora.eu/PermetestManual09.pdf>>
- [30] Katedra oděvnictví, *Zpracovatelské a uživatelské vlastnosti(NS), Propustnost vodních par – Permetest*. [online]. [cit. 2015-11-2] Dostupné z: <<http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/cvi%C4%8Den%C3%AD/PERMETEST.pdf>>
- [31] SÝKORA, K.: *Základy sdílení tepla*. Skripta TUL, Státní nakladatelství technické literatury, Praha, Vyd.2., 1962, s. 226
- [32] Katedra oděvnictví, *Fyziologické vlastnosti II*, [online]. [cit. 2015-11-24] Dostupné z: <http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska7_2013.pdf>
- [33] KOHOEK, R.: *Dotazník*, [online]. [cit. 2015-11-24] Dostupné z: <<http://www.ssvp.wz.cz/Texty/dotaznik.html>>
- [34] KREISLOVÁ, G.: *Dotazníkové šetření*, Plzeň, 2008, *Bakalářská práce*, Západočeská univerzita
- [35] SIMOVÁ, J.: *Marketingový výzkum*. Technická univerzita, Liberec, Vyd. 2, 2010, 138 s.
- [36] BRID, B., STEWARD, E., LIGHTFOOT, N. E.: *Přenosové jevy*, Nakladatelství ČSAV, Praha, 1988

- [37] 12. Kapitola, *Tepelné vlastnosti*, KZM, Ústav fyziky a materiálového inženýrství, [online]. [cit. 2015-12-14] Dostupné z :<http://ufmi.ft.utb.cz/texty/kzm/KZM_12.pdf>
- [38] ČSN EN ISO 11092 (800819): *Textilie – Fyziologické účinky – Měření tepelného odporu a výparného odporu za stálých podmínek (kouška pomocí vyhřívané desky simulující efekt pocení)*, Textilní zkušební ústav, Brno, 2015
- [39] Rossi. R. M, Stämpfli. R, Psikuta. A, Rechsteiner. I, Brühwiler. A –*Transplanar and in - plane wicking effects in sock materials under pressure*, Textile Research Journal, 2014
- [40] HUSÁK. M., KULHA. P., X34SES - Senzorové systémy, *Základní pojmy a metody měření vlhkosti*, [online]. [cit. 2015-12-14] Dostupné z :<<http://www.micro.feld.cvut.cz/home/x34ses/cviceni/Navody%20na%20cviceni/07.Mereni%20vlhkosti.pdf>>
- [41] PRŮCHOVÁ, J. :*A study on the moisture transport properties of the cotton knitted fabrics in single jersey structure*, TEKSTIL ve KONFEKSIYON, 2009
- [42] Katedra oděvnictví, *Sorpční vlastnosti*, [online]. [cit. 2015-12-14] Dostupné z :<http://www.kod.tul.cz/ucebni_materialy/tvarovani/teorie_tvar/sorpce.htm>
- [43] Junyan Hu, Yi Li, Kwok-Wing Yeung, Anthonyb S.W.Wong, Welin Xu.: *Moisture Management Tester: A Method to Characterize Fabric Liquid Moisture Managment Properties*, Textil Research Journal, 2005, 57– 62 s.
- [44] Čiukas. R., Abramavičiūtė. J., Kerpauskas. P., *Investigation of the Thermal Properties of Socks Knitted from Yarns with Peculiar Properties. Part I. Thermal Conductivity Coefficient of Socks Knitted from Natural and Synthetic Textured Yarns*, FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 2010, Vol. 18, No. 3 (80)
- [45] Bedek G., Salün F., Martinkovska Z., Devaux E., Dupont D., *Evaluation of thermal and moisture management properties on knitted fabrics and comparison with a physiological model in warm conditions*. Applied ergonomics. 2011. Vol. 42
- [46] Škola textilu, e-LTex, *Délkové textilie*, [online]. [cit. 2015-12-14] Dostupné z:<<http://www.skolertextilu.cz/clanky/10/textilni-terminologie-zboziznalstvi/>>
- [47] Bao-guo Yao, Yi Li, Jun- yan Hu, Yi –lin Kwok, Kwok-wing Yeung.: *An improved test method for characterizing the dynamic liquid moisture transfer in porous polymeric materials*, Polymer testing 25, 2006, 677–689 s.

[48] KRUPKOVÁ, K.: *Kusové pletené výrobky*, Liberec, 2011, Bakalářská práce, TUL.
Katedra hodnocení textilií. Vedoucí práce Marie Havlová.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Schéma oděvního systému[1].....	21
Obrázek 2 Odvod vlhkosti z volného povrchu kůže odparem[1]	35
Obrázek 3 Difuzní odvod (1 - pokožka, 2- mikroklima, 3 - vrstva textilie, $P_k > P_o$) [1] 36	
Obrázek 4 Odvod potu první textilní vrstvou (1 - pokožka, 2 - textilní vrstva, 3 - kapalný pot) [1].....	36
Obrázek 5 Ukázka grafického schéma přístroje MMT[23, s. 8]	46
Obrázek 6 Proband při první části vyplňování dotazníku. [vlastní]	65
Obrázek 7 Proband při první části vyplňování dotazníku. [vlastní]	65
Obrázek 8 Ukázka proband při fyzické zátěži. [vlastní].....	66
Obrázek 9 Ukázka probanda při fyzické zátěži. [vlastní]	66
Obrázek 10 Ukázka probanda při vyplňování poslední části dotazníku. [vlastní]	66
Obrázek 11 Ukázka probanda při vyplňování poslední části dotazníku. [vlastní]	66
Obrázek 12 Znázorňující graf vyhodnocený z dotazníků	67
Obrázek 13 Znázorňující graf vyhodnocený z dotazníků	67
Obrázek 14 Znázorňující graf vyhodnocený z dotazníků	67
Obrázek 15 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů.....	68
Obrázek 16 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů.....	69
Obrázek 17 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů.....	69
Obrázek 18 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů.....	70
Obrázek 19 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů.....	70
Obrázek 20 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů.....	71
Obrázek 21 Znázorňující graf vycházející z průměru sedmi testovaných probandů.....	71
Obrázek 22 Ukazuje naznačení, kudy vedlo rozstřížení ponožek.	79
Obrázek 23 Naznačení šablony na ponožce v chodidlové části.	79
Obrázek 24 Ukázka připraveného vzorku Z/ER k měření.....	79
Obrázek 25 Ukazuje umístění vzorku pleteniny do přístroje MMT.	80
Obrázek 26 Ukazuje spuštění horního čidla, aby došlo k dolehnutí čidla na pleteninu. 80	
Obrázek 27 Ukázka měření vzorku pletiny.	80
Obrázek 28 Ukazuje grafy vyhodnocující parametry kapalně vlhkosti prostřednictvím stupnice hodnocení vzorků ponožek Z/OS, Z/T9, Z/ER.	83
Obrázek 29 Ukazuje grafy vyhodnocující parametry kapalně vlhkosti prostřednictvím stupnice hodnocení vzorků ponožek K/CA, K/53, K/11.	83

Obrázek 30 Ukazuje grafy vyhodnocující parametry kapalné vlhkosti prostřednictvím stupnice hodnocení vzorků ponožek F/ST, F/ME, K/ON.....	83
Obrázek 31 Ukázka pleteniny označené Z/OS z vnitřní strany vzorku. Docházelo k špatnému smáčení [vlastní].....	84
Obrázek 32 Ukázka absorpce a následné šíření roztoku na vnitřní straně textilie. [vlastní]	85
Obrázek 33 Ukazuje graf „ Doby navlhčení textilie“ na vnitřní straně ponožky.....	87
Obrázek 34 Ukazuje vzorek ponožky K/11 u které nedošlo k navlhčení roztokem. [vlastní]	87
Obrázek 35 Ukazuje graf „ Doby navlhčení textilie“ na vnější straně ponožky.....	88
Obrázek 36 Ukázka ponožky K/11 u které nedošlo při druhém měření k navlhčení textilie. [vlastní]	88
Obrázek 37 Ukazuje graf „Savost“	89
Obrázek 38 ukazuje graf maximálního rádia navlhčení textilií.....	89
Obrázek 39 ukazuje graf rychlosti šíření roztoku v textilií	90
Obrázek 40 ukazuje graf jednosměrného přenosu vlhkosti v textilií.....	90
Obrázek 41. Názorně ukazuje body, které se měřily na všech vzorcích (ponožek) přístrojem C–Therm TCi analyzátoru. [vlastní]	93
Obrázek 42 Ukázka nanášení syntetického potu nosní sprej. [vlastní].....	95
Obrázek 43 Ukázka nanášení syntetického potu rozprašovačem. [vlastní].....	95
Obrázek 44 pokládání vzorku na měřicí čidlo a přiložení polyesterové desky a závaží. [vlastní]	95
Obrázek 45 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné jímavosti vzorků (ponožek) „Základní řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.	98
Obrázek 46 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné jímavosti vzorků (ponožek) „Klasické řady“ za sucha, za mokra při porozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.	99
Obrázek 47 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné jímavosti vzorků (ponožek) „Funkční řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.	99
Obrázek 48 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné vodivosti vzorků (ponožek) „Základní řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.	100

Obrázek 49 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné vodivosti vzorků (ponožek) „Klasické řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.....	100
Obrázek 50 Ukazuje graf z průměrovaných hodnot tepelné vodivosti vzorků (ponožek) „Funkční řady“ za sucha, za mokra při rozdílném a stejném dávkování syntetického potu v jednotlivých bodech.....	101
Obrázek 51 Ukazuje graf zprůměrovaných hodnot tepelné vodivosti ve všech bodech za sucha.	101
Obrázek 52 Ukazuje graf zprůměrovaných hodnot tepelné vodivosti ve všech bodech za mokra rozdílné dávkování.	102
Obrázek 53 Ukazuje graf zprůměrovaných hodnot tepelné vodivosti ve všech bodech za mokra stejného dávkování.	102
Obrázek 54 Dotazník - Subjektivní hodnocení ponožek. Strana 1[vlastní].....	119
Obrázek 55 Dotazník - Subjektivní hodnocení ponožek, strana 2[vlastní]	119
Obrázek 56 Vzorek Z/OS [vlastní]	130
Obrázek 57 Vzorek Z/T9 [vlastní].....	130
Obrázek 58 Vzorek Z/ER[vlastní]	131
Obrázek 59 Vzorek K/CA[vlastní]	131
Obrázek 60 Vzorek K/53 [vlastní].....	132
Obrázek 61 Vzorek K/11 [vlastní].....	132
Obrázek 62 Vzorek F/ST [vlastní].....	133
Obrázek 63 Vzorek F/ME [vlastní]	133
Obrázek 64 Vzorek F/ON[vlastní].....	134

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Tepelné pocity a teplota kůže ve stavu fyzického a psychického klidu [3]	27
Tab. 2. Popis první skupiny testovaných materiálů – označené „ <i>Základní řada</i> “	61
Tab. 3. Popis druhé skupiny testovaných materiálů – označené „ <i>Klasická řada</i> “	62
Tab. 4. Popis třetí skupiny testovaných materiálů – označené „ <i>Funkční řada</i> “	63
Tab. 5 Ukazuje seřazené výsledky hodnocení celkového komfortu ponožek (1 - nejlepší, 5 - nejhorší).	72
Tab. 6 Ukazuje seřazené výsledky hodnocení pocit chladu/hřejivosti na pokožce (1 - hřeje, 5 - chladí).	73
Tab. 7 Ukazuje seřazené výsledky hodnocení pocitu vlhkosti na pokožce (1 - suchá, 5 - vlhká).	73
Tab. 8 Ukazuje seřazené výsledky hodnocení pocitu fixace ponožky na pokožce (1 - přilepená, 5 - klouže).	73
Tab. 9. Obsahuje grafické znázornění, umístění nejvíce vlhkých míst na ponožce a vizuální vzhled ponožky.	74
Tab. 10 Základní statistika hmotnostního přívažku potu v ponožce [g]	76
Tab. 11 Vyhodnocení zprůměrovaných hodnot vlhkostních parametrů testovaných textilních materiálů	81
Tab. 12 Vyhodnocení parametrů kapalně vlhkosti prostřednictvím stupnice hodnocení. Jednotlivé barvy znázorňují průměrné hodnoty jednotlivých vzorků ze „ <i>Základní, Klasické a Funkční řady</i> “.	82
Tab. 13 Obsahuje slovní hodnocení měřených vzorků.	84
Tab. 14 Ukazuje mediánové hodnoty přívažků syntetického potu, které byly aplikovány na jednotlivé ponožky a jakým zařízením bylo prováděno dávkování.	94
Tab. 15 Ukazuje průměrné hodnoty tepelné jímavosti na měřených pleteninách v jednotlivých bodech.	96
Tab. 16 Ukazuje průměrné hodnoty tepelné vodivosti na měřených pleteninách v jednotlivých bodech.	97
Tab. 17 Průměr výsledných hodnot	121
Tab. 18. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 1	122
Tab. 19. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 2	122
Tab. 20. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 3	122
Tab. 21. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 4	123

Tab. 22. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 5.....	123
Tab. 23. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 6.....	123
Tab. 24. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 7.....	124
Tab. 25 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného Z/OS	125
Tab. 26 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného Z/T9.....	125
Tab. 27 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného Z/ER	126
Tab. 28 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného K/CA	126
Tab. 29 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného K/53.....	127
Tab. 30 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného K/11.....	127
Tab. 31 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného F/ST.....	128
Tab. 32 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného F/ME	128
Tab. 33 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného F/ON.....	129
Tab. 34 Ukazuje množství syntetického potu v[g], které vydává rozprašovač při jednom zmáčknutí, které bylo opakováno 20 krát a následně byl vypočítán medián a průměr.	135
Tab. 35 Ukazuje množství syntetického potu v[g], které vydává nosní sprej při jednom zmáčknutí, které bylo opakováno 20 krát a následně byl vypočítán medián, modus a průměr.	135
Tab. 36 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného Z/OS.	137
Tab. 37 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného Z/T9.	138
Tab. 38 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného Z/ER.	139
Tab. 39 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného K/CA. ..	140
Tab. 40 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného K/53.....	141
Tab. 41 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného K/11.	142
Tab. 42 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného F/ST.	143
Tab. 43 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného F/ME. ..	144
Tab. 44 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného F/ON....	145
Tab. 45 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného Z/OS.	146
Tab. 46 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného F/T9.	147
Tab. 47 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného Z/ER.	148
Tab. 48 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného K/CA. ..	149
Tab. 49 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného K/53.....	150
Tab. 50 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného K/11.	151
Tab. 51 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného F/ST.	152
Tab. 52 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného F/ME. ..	153

Tab. 53 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného F/ON....	154
Tab. 54 průměrované hodnoty ze všech hodnot měřených vzorků tepelné vodivosti [W/m · K].....	155

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A: Dotazník (hodnocení fyziologického komfortu ponožek)
- Příloha B: Průměry hodnot z dotazníku subjektivního hodnocení
- Příloha C: Zaznamenané hodnoty hmotnostního přivažku potu u ponožek ze sb.
- Příloha D: Tabulky naměřených vlhkostních parametrů na přístroji MMT
- Příloha E: Naznačení bodů měřený pomocí TCi na vzorcích ponožek
- Příloha F: Tabulky s hodnotami dávkování syntetického potu rozprašovačem a nosním sprejem.
- Příloha G: Složení alkalického syntetického potu
- Příloha H: Naměřené tepelné parametry na přístroji C-Therm Tci analyzátoru.
- Příloha I: Z průměrované hodnoty ze všech hodnot měřených vzorků tepelné vodivosti.
- Příloha J: Hodnoty z dotazníku subjektivního hodnocení (na CD)

PŘÍLOHY



Příloha A – Dotazník (hodnocení fyziologického komfortu ponožek)

<p>DOTAZNÍK</p> <p>Subjektivní hodnocení fyziologického komfortu ponožek.</p>	<p>Datum: _____</p> <p>ID subjektu: _____</p> <p>Kategorie / ID vzorku: _____</p> <p>Teplota vzduchu: _____</p> <p>Vlhkost vzduchu: _____</p>																				
<p><u>OSOBNÍ CHARAKTERISTIKA</u></p> <p>Věk: _____ Pohlaví: _____ Váha: _____ Výška: _____</p> <p>Jste aktivním sportovcem? (fotbal, rekreační běh, cyklistika) ANO / NE</p> <p>Máte nějaký zdravotní problém s chodidlem? ANO / NE</p> <p>Již při nižší fyzické zátěži se potíte? (potivý typ) ANO / NE</p>																					
<p><u>PŘED ZÁTĚŽÍ</u></p> <table style="width: 100%;"><tr><td>Pocit chladu/hřejivosti na pokožce:</td><td>(hřeje)</td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(chladí)</td></tr><tr><td>Pocit vlhkosti na pokožce:</td><td>(suchá)</td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(vlhká)</td></tr><tr><td>Tvar ponožky doléhá na pokožku: (sedí na všech místech)</td><td></td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(absolutně nesedí)</td></tr><tr><td>Pocit dráždění (škrábání) pokožky:</td><td>(hebký)</td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(hrubý)</td></tr><tr><td>Celkový komfort ponožky</td><td>(nejlepší)</td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(nejhorší)</td></tr></table>		Pocit chladu/hřejivosti na pokožce:	(hřeje)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(chladí)	Pocit vlhkosti na pokožce:	(suchá)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(vlhká)	Tvar ponožky doléhá na pokožku: (sedí na všech místech)		1 - 2 - 3 - 4 - 5	(absolutně nesedí)	Pocit dráždění (škrábání) pokožky:	(hebký)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(hrubý)	Celkový komfort ponožky	(nejlepší)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(nejhorší)
Pocit chladu/hřejivosti na pokožce:	(hřeje)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(chladí)																		
Pocit vlhkosti na pokožce:	(suchá)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(vlhká)																		
Tvar ponožky doléhá na pokožku: (sedí na všech místech)		1 - 2 - 3 - 4 - 5	(absolutně nesedí)																		
Pocit dráždění (škrábání) pokožky:	(hebký)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(hrubý)																		
Celkový komfort ponožky	(nejlepší)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(nejhorší)																		
<p><u>BĚHEM ZÁTĚŽE (PO 15 MINUTÁCH AKTIVITY)</u></p> <table style="width: 100%;"><tr><td>Pocit chladu/hřejivosti na pokožce:</td><td>(hřeje)</td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(chladí)</td></tr><tr><td>Pocit vlhkosti na pokožce:</td><td>(suchá)</td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(mokrý)</td></tr><tr><td>Pocit fixace ponožky na pokožce:</td><td>(přilepená)</td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(klouže)</td></tr><tr><td>Celkový komfort ponožky</td><td>(nejlepší)</td><td>1 - 2 - 3 - 4 - 5</td><td>(nejhorší)</td></tr></table>		Pocit chladu/hřejivosti na pokožce:	(hřeje)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(chladí)	Pocit vlhkosti na pokožce:	(suchá)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(mokrý)	Pocit fixace ponožky na pokožce:	(přilepená)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(klouže)	Celkový komfort ponožky	(nejlepší)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(nejhorší)				
Pocit chladu/hřejivosti na pokožce:	(hřeje)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(chladí)																		
Pocit vlhkosti na pokožce:	(suchá)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(mokrý)																		
Pocit fixace ponožky na pokožce:	(přilepená)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(klouže)																		
Celkový komfort ponožky	(nejlepší)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(nejhorší)																		

Obrázek 54 Dotazník - Subjektivní hodnocení ponožek. Strana 1[vlastní]

OKAMŽIK PO ZÁTĚŽI (PO DALŠÍCH 15 MINUTÁCH AKTIVITY)				
Pocit chladu/hřejivosti na pokožce:	(hřeje)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(chladí)	
Pocit vlhkosti na pokožce:	(suchá)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(mokrý)	
Pocit fixace ponožky na pokožce:	(přilepená)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(klouže)	
Vůně / Zápach ponožky	(svěží)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(páchne)	
Celkový komfort ponožky	(nejlepší)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(nejhorší)	

CHVILKU PO ZÁTĚŽI (15 MINUT PO ZÁTĚŽI)				
Pocit chladu/hřejivosti na pokožce:	(hřeje)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(chladí)	
Pocit vlhkosti na pokožce:	(suchá)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(mokrý)	
Pocit fixace ponožky na pokožce:	(přilepená)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(klouže)	
Vůně / Zápach ponožky	(svěží)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(páchne)	
Celkový komfort ponožky	(nejlepší)	1 - 2 - 3 - 4 - 5	(nejhorší)	

VYJÁDŘENÍ KE VZORKU	
Místa s největším množstvím potu:	 
Dobré vlastnosti:	
Špatné vlastnosti:	

Obrázek 55 Dotazník - Subjektivní hodnocení ponožek, strana 2[vlastní]

Příloha B - Průměry hodnoty z dotazníku subjektivního hodnocení**Seznam otázek:****1. „Před zátěží“**

- a. Pocit chladu/hřejivosti na pokožce
- b. Pocit vlhkosti na pokožce
- c. Tvar ponožky doléhá na pokožku
- d. Pocit dráždění (škrábání) ponožky
- e. Celkový komfort ponožky

2. „Během zátěže“

- a. Pocit chladu/hřejivosti na pokožce
- b. Pocit vlhkosti na pokožce
- c. Pocit fixace ponožky na pokožce
- d. Celkový komfort ponožky

3. „Okamžik po zátěži“

- a. Pocit chladu/hřejivosti na pokožce
- b. Pocit vlhkosti na pokožce
- c. Pocit fixace ponožky na pokožce
- d. Vůně / zápach ponožky
- e. Celkový komfort ponožky

4. „Chvilku po zátěži“

- a. Pocit chladu/hřejivosti na pokožce
- b. Pocit vlhkosti na pokožce
- c. Pocit fixace ponožky na pokožce
- d. Vůně / zápach ponožky
- e. Celkový komfort ponožky

Tab. 17 Průměr výsledných hodnot

	1.a	1.b	1.c	1.d	1.e	2.a	2.b	2.c	2.d	3.a	3.b	3.c	3.d	3.e	4.a	4.b	4.c	4.d	4.e
Z/OS	3,0	1,3	4,1	2,0	3,0	2,6	3,0	3,7	3,0	1,9	3,4	3,6	3,1	3,3	3,4	3,3	4,3	3,1	3,0
Z/T9	2,4	1,1	1,3	2,7	2,1	2,4	3,1	2,3	2,6	2,0	3,1	3,0	2,4	3,1	2,9	2,6	2,7	2,0	2,6
Z/ER	2,6	1,6	1,4	2,1	2,3	2,1	3,3	1,9	2,9	2,4	3,7	2,0	3,0	3,0	3,1	3,4	2,1	2,9	2,6
K/CA	3,0	1,4	2,0	2,0	2,4	1,7	3,1	3,0	2,6	1,9	3,7	3,0	2,7	2,9	2,6	2,7	3,6	2,6	2,9
K/53	3,0	1,6	2,3	1,3	2,0	1,9	3,1	3,1	2,4	1,7	3,4	2,6	2,7	2,9	2,7	2,4	3,0	2,4	2,3
K/11	1,9	1,1	1,9	1,7	2,1	2,0	2,6	2,7	2,3	2,6	3,3	2,4	2,6	2,4	2,4	3,3	2,9	2,3	2,7
F/ST	3,3	1,4	1,6	2,3	2,0	1,9	2,4	3,0	2,4	1,9	2,6	2,4	2,4	2,3	2,7	2,4	2,3	2,3	2,0
F/ME	3,0	1,6	2,9	2,6	2,4	2,3	2,6	3,1	2,4	2,1	2,7	2,9	2,7	2,6	2,4	2,1	3,3	2,7	2,4
F/ON	1,7	1,4	2,1	3,0	2,3	1,3	2,6	2,6	2,7	1,6	3,4	2,7	2,6	2,7	1,7	2,6	2,9	2,7	2,3

Příloha C - Zaznamenané hodnoty hmotnostního přívažku potu u ponožek.**Tab. 18. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 1**

Původní váha ponožky		Váha ponožky po 30min aktivity	Přívažek
označení	m [g]	m [g]	m [g]
Z/OS	17,066	17,818	0,752
Z/T9	13,282	13,893	0,611
Z/ER	13,809	14,166	0,357
K/CA	13,018	13,507	0,489
K/53	11,935	12,339	0,404
K/11	19,923	21,402	1,479
F/ST	13,36	13,768	0,408
F/ME	19,445	19,509	0,064
F/ON	40,207	40,899	0,692

Tab. 19. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 2

Původní váha ponožky		Váha ponožky po 30min aktivity	Přívažek
označení	m [g]	m [g]	m [g]
Z/OS	17,066	19,288	2,222
Z/T9	13,282	13,665	0,383
Z/ER	13,809	14,922	1,113
K/CA	13,018	13,76	0,742
K/53	11,935	12,7	0,765
K/11	19,923	20,199	0,276
F/ST	13,36	13,555	0,195
F/ME	19,445	20,39	0,945
F/ON	40,207	40,648	0,441

Tab. 20. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 3

Původní váha ponožky		Váha ponožky po 30min aktivity	Přívažek
označení.	m [g]	m [g]	m [g]
Z/OS	17,066	18,213	1,147
Z/T9	13,282	13,394	0,112
Z/ER	13,809	14,223	0,414
K/CA	13,018	13,063	0,045
K/53	11,935	12,209	0,274
K/11	19,923	20,152	0,229
F/ST	13,36	13,412	0,052
F/ME	19,445	21,407	1,962
F/ON	40,207	42,343	2,136

Tab. 21. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 4

Původní váha ponožky		Váha ponožky po 30min aktivity	Přívazek
označení	m [g]	m [g]	m [g]
Z/OS	17,066	18,862	1,796
Z/T9	13,282	13,511	0,229
Z/ER	13,809	14,832	1,023
K/CA	13,018	13,556	0,538
K/53	11,935	12,709	0,774
K/11	19,923	20,682	0,759
F/ST	13,36	13,54	0,18
F/ME	19,445	20,045	0,6
F/ON	40,207	68,728	28,521

Tab. 22. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 5

Původní váha ponožky		Přívazek	Přívazek
označení.	m [g]	oz.	m [g]
Z/OS	17,066	ZR/OS	0,062
Z/T9	13,282	ZR/T9	0,018
Z/ER	13,809	ZR/ER	0,320
K/CA	13,018	KR/CA	0,119
K/53	11,935	KR/53	0,302
K/11	19,923	KR/11	0,622
F/ST	13,36	FR/ST	0,129
F/ME	19,445	FR/ME	0,404
F/ON	40,207	FR/ON	0,993

Tab. 23. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 6

Původní váha ponožky		Váha ponožky po 30min aktivity	Přívazek
označení.	m [g]	m [g]	m [g]
Z/OS	17,066	18,988	1,922
Z/T9	13,282	14,67	1,388
Z/ER	13,809	15,334	1,525
K/CA	13,018	13,042	0,024
K/53	11,935	13,505	1,57
K/11	19,923	20,157	0,234
F/ST	13,36	16,138	2,778
F/ME	19,445	20,045	0,6
F/ON	40,207	43,761	3,554

Tab. 24. Tabulky hodnot naměřené při testování u probanda č. 7

Původní váha ponožky		Váha ponožky po 30min aktivity	Přívazek
označení.	m [g]	m [g]	m [g]
Z/OS	17,066	17,816	0,75
Z/T9	13,282	13,295	0,013
Z/ER	13,809	14,491	0,682
K/CA	13,018	13,906	0,888
K/53	11,935	12,476	0,541
K/11	19,923	20,639	0,716
F/ST	13,36	13,845	0,485
F/ME	19,445	20,098	0,653
F/ON	40,207	51,04	10,833

Příloha D – Tabulky naměřených vlhkostních parametrů na přístroji MMT**Tab. 25 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného Z/OS**

Hodnocené parametry	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno-směrný přenos kapaliny [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	120,00	1,97	0,00	23,72	0,00	5,00	0,00	2,32	469,35	0,65
2. měření	6,83	120,00	25,34	0,00	5,00	0,00	0,71	0,00	-410,73	0,00
3. měření	7,68	120,00	32,55	0,00	5,00	0,00	0,64	0,00	-508,27	0,00
4. měření	7,49	120,00	32,87	0,00	5,00	0,00	0,65	0,00	-463,08	0,00
5. měření	7,49	120,00	29,65	0,00	5,00	0,00	0,65	0,00	-541,88	0,00
Průměr	7,371	120,00	30,104	0,00	5,00	0,00	0,663	0,00	-480,989	0,00
Rozptyl	0,136	0,000	12,168	0,00	5,000	0,00	0,001	0,00	3236,385	0,00
Směrodatná odchylka	0,369	0,000	3,488	0,00	2,236	0,00	0,034	0,00	56,889	0,00
Variační koeficient [%]	5,012	0,000	11,587	0,00	55,902	0,00	5,099	0,00	-11,828	0,00
95% Interval spolehlivosti	0,362	0,000	3,418	0,00	1,960	0,00	0,033	0,00	55,750	0,00
Horní mez	7,733	120,00	33,523	0,00	5,960	0,00	0,696	0,00	-425,239	0,00
Dolní mez	7,009	120,00	26,686	0,00	2,040	0,00	0,630	0,00	-536,740	0,00



Vybočující hodnoty nebyly započítány

Tab. 26 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného Z/T9

Hodnocené parametry	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno-směrný přenos kapaliny v textilií [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	1,59	1,69	42,92	45,09	20,00	20,00	4,21	4,17	-20,17	0,38
2. měření	8,52	8,52	56,94	70,94	25,00	25,00	2,51	2,87	18,63	0,40
3. měření	14,98	11,70	44,74	49,37	15,00	30,00	1,02	1,35	36,23	0,23
4. měření	14,60	7,30	35,00	47,22	20,00	20,00	1,27	1,43	71,86	0,27
5. měření	4,77	5,90	42,61	60,10	20,00	30,00	2,09	2,65	122,49	0,47
Průměr	8,892	7,020	44,443	54,543	20,000	25,000	2,221	2,492	45,807	0,351
Rozptyl	35,009	13,486	62,785	117,344	12,500	25,000	1,604	1,353	2935,316	0,009
Směrodatná odchylka	5,917	3,672	7,924	10,833	3,536	5,000	1,267	1,163	54,179	0,096
Variační koeficient [%]	66,539	52,313	17,829	19,861	17,678	20,000	57,031	46,668	118,276	27,229
95% Interval spolehlivosti	5,186	3,219	6,945	9,495	3,099	4,383	1,110	1,019	47,489	0,084
Horní mez	14,078	10,239	51,388	64,038	23,099	29,383	3,331	3,512	93,296	0,435
Dolní mez	3,706	3,801	37,497	45,048	16,901	20,617	1,111	1,473	-1,682	0,268

Tab. 27 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného Z/ER

Hodnocené parametry	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno-směrného přenosu kapaliny v textilií [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	7,77	16,57	12,32	86,88	15,00	5,00	0,98	0,30	43,50	0,32
2. měření	5,71	16,38	10,68	112,67	10,00	10,00	0,95	0,42	94,68	0,41
3. měření	8,52	16,10	46,61	62,58	10,00	5,00	0,71	0,31	39,50	0,25
4. měření	7,40	33,43	31,91	14,95	10,00	5,00	0,76	0,15	-201,89	0,01
5. měření	6,93	18,44	6,67	15,73	10,00	10,00	0,76	0,27	62,63	0,14
Průměr	7,263	20,183	21,638	58,562	11,000	7,000	0,832	0,288	7,683	0,226
Rozptyl	1,094	55,692	289,999	1870,554	5,000	7,500	0,015	0,009	14201,234	0,024
Směrodatná odchylka	1,046	7,463	17,029	43,250	2,236	2,739	0,122	0,096	119,169	0,154
Variační koeficient [%]	14,398	36,975	78,702	73,853	20,328	39,123	14,661	33,395	1551,133	68,319
95% Interval spolehlivosti	0,917	6,541	14,927	37,910	1,960	2,400	0,107	0,084	104,454	0,135
Horní mez	8,180	26,724	36,564	96,472	12,960	9,400	0,939	0,372	112,137	0,361
Dolní mez	6,347	13,642	6,711	20,652	9,040	4,600	0,725	0,204	-96,772	0,091

Tab. 28 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného K/CA

Hodnocené parametry	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno-směrný přenos kapaliny v textilií [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	1,69	1,59	41,89	42,50	30,00	30,00	7,65	8,00	85,05	0,49
2. měření	3,18	3,28	29,41	41,34	30,00	30,00	9,40	10,02	184,43	0,60
3. měření	6,83	65,82	32,82	65,25	5,00	5,00	0,71	0,08	-314,47	0,15
4. měření	10,03	15,09	46,67	61,16	30,00	30,00	3,53	7,24	81,68	0,54
5. měření	7,77	43,07	35,70	4,75	5,00	0,00	0,63	0,00	-528,21	0,00
Rozptyl	11,644	776,968	48,434	572,805	187,500	230,000	16,015	22,099	94374,842	0,069
Směrodatná odchylka	3,412	27,874	6,959	23,933	13,693	15,166	4,002	4,701	307,205	0,263
Variační koeficient [%]	57,835	108,172	18,659	55,661	68,465	79,820	91,314	92,797	-312,506	73,982
95% Interval spolehlivosti	2,991	24,432	6,100	20,978	12,002	13,293	3,508	4,121	269,272	0,231
Horní mez	8,891	50,201	43,397	63,977	32,002	32,293	7,890	9,186	170,968	0,587
Dolní mez	2,909	1,336	31,197	22,020	7,998	5,707	0,875	0,945	-367,576	0,125

Tab. 29 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného K/53

Hodnocené parametry strana	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno-směrný přenos kapaliny v textilií [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	9,27	9,17	42,09	65,54	15,00	15,00	1,87	1,94	176,20	0,48
2. měření	7,96	21,72	11,12	22,04	10,00	15,00	0,73	0,49	87,60	0,19
3. měření	27,16	11,15	24,23	29,49	15,00	10,00	0,48	0,59	295,86	0,44
4. měření	16,85	12,36	24,74	51,16	10,00	10,00	0,63	0,64	260,15	0,46
5. měření	24,06	10,67	24,33	30,52	15,00	10,00	0,53	0,61	275,44	0,42
Rozptyl	73,653	24,968	121,388	324,886	7,500	7,500	0,337	0,372	7471,235	0,014
Směrodatná odchylka	8,582	4,997	11,018	18,025	2,739	2,739	0,580	0,610	86,436	0,120
Variační koeficient [%]	50,314	38,397	43,544	45,347	21,066	22,822	68,562	71,337	39,459	30,305
95% Interval spolehlivosti	7,522	4,380	9,657	15,799	2,400	2,400	0,509	0,534	75,763	0,106
Horní mez	24,580	17,393	34,959	55,547	15,400	14,400	1,355	1,389	294,815	0,503
Dolní mez	9,535	8,634	15,645	23,949	10,600	9,600	0,338	0,320	143,288	0,292

Tab. 30 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného K/11

Hodnocené parametry strana	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno-směrný přenos kapaliny v textilií [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	120,00	10,97	0,00	43,08	0,00	5,00	0,00	0,45	571,91	0,59
2. měření	7,21	120,00	32,93	0,00	5,00	0,00	0,68	0,00	-517,46	0,00
3. měření	40,16	2,15	5,77	38,31	5,00	20,00	0,12	4,54	627,23	0,83
4. měření	6,38	35,13	51,75	5,97	5,00	0,00	0,76	0,00	-545,02	0,00
5. měření	10,41	68,34	285,42	2,84	5,00	0,00	0,47	0,00	-622,07	0,00
Rozptyl	2357,827	2308,640	14251,250	434,977	5,000	75,000	0,112	3,958	406290,658	0,158
Směrodatná odchylka	48,557	48,048	119,379	20,856	2,236	8,660	0,335	1,989	637,409	0,398
Variační koeficient [%]	131,844	101,541	158,805	115,611	55,902	173,205	82,290	199,435	-656,567	140,063
95% Interval spolehlivosti	42,562	42,115	104,638	18,281	1,960	7,591	0,293	1,744	558,704	0,349
Horní mez	79,391	89,434	179,811	36,321	5,960	12,591	0,700	2,741	461,622	0,633
Dolní mez	-5,732	5,204	-29,465	-0,241	2,040	-2,591	0,113	-0,746	-655,786	-0,065

Tab. 31 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného F/ST

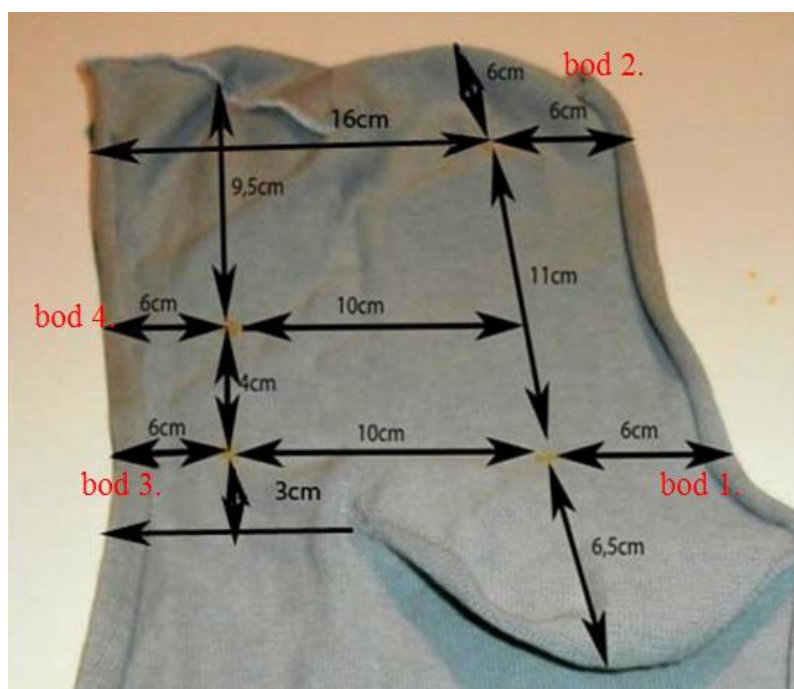
Hodnocené parametry strana	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno směrný přenos kapaliny v textilií [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	7,30	14,74	5,75	29,92	10,00	10,00	0,73	0,42	376,63	0,53
2. měření	5,24	3,84	45,31	48,89	20,00	25,00	3,49	3,62	138,55	0,54
3. měření	22,75	7,58	23,60	23,62	15,00	15,00	0,70	1,00	226,43	0,35
4. měření	22,18	10,20	16,83	21,99	15,00	20,00	0,69	0,91	275,31	0,39
5. měření	7,96	17,50	44,98	100,17	5,00	10,00	0,61	0,67	178,04	0,50
Rozptyl	74,341	29,912	306,256	1068,255	32,500	42,500	1,579	1,703	8556,229	0,007
Směrodatná odchylka	8,622	5,469	17,500	32,684	5,701	6,519	1,256	1,305	92,500	0,086
Variační koeficient [%]	65,891	50,765	64,120	72,760	43,853	40,745	100,942	98,716	38,704	18,73
95% Interval spolehlivosti	7,557	4,794	15,339	28,648	4,997	5,714	1,101	1,144	81,078	0,076
Horní mez	20,643	15,567	42,632	73,569	17,997	21,714	2,346	2,466	320,070	0,538
Dolní mez	5,528	5,980	11,954	16,272	8,003	10,286	0,143	0,178	157,913	0,386

Tab. 32 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného F/ME

Hodnocené parametry strana	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Savost [%/s]	Savost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno směrný přenos kapaliny v textilií [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	4,59	5,99	37,96	41,63	15,00	15,00	2,25	1,57	44,40	0,24
2. měření	6,27	3,74	34,02	50,09	20,00	20,00	1,90	2,79	316,99	0,67
3. měření	7,69	36,44	42,21	20,91	5,00	5,00	0,63	0,10	-129,58	0,03
4. měření	3,37	3,37	29,00	52,46	15,00	30,00	2,20	3,68	379,38	0,82
5. měření	8,42	48,49	44,30	33,07	5,00	10,00	0,58	0,18	-58,15	0,06
Rozptyl	4,426	454,513	38,250	167,926	45,000	92,500	0,701	2,506	51347,578	0,129
Směrodatná odchylka	2,104	21,319	6,185	12,959	6,708	9,618	0,837	1,583	226,600	0,359
Variační koeficient [%]	34,670	108,740	16,493	32,697	55,902	60,111	55,356	95,132	204,870	98,591
95% Interval spolehlivosti	1,844	18,687	5,421	11,359	5,880	8,430	0,734	1,388	198,620	0,315
Horní mez	7,912	38,293	42,919	50,991	17,880	24,430	2,246	3,052	309,227	0,679
Dolní mez	4,224	0,919	32,077	28,274	6,120	7,570	0,779	0,276	-88,014	0,049

Tab. 33 Hodnoty naměřené na přístroji MMT u vzorku označeného F/ON

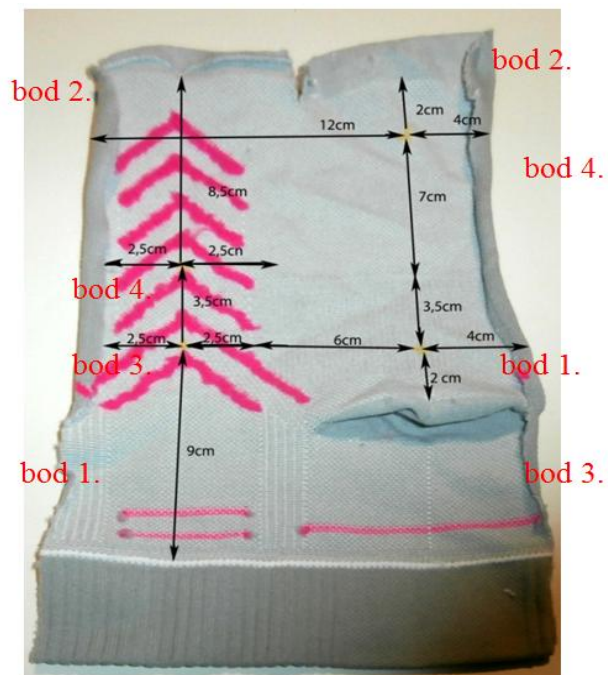
Hodnocené parametry	Doba navlhčení [s]	Doba navlhčení [s]	Šavost [%/s]	Šavost [%/s]	Max. radius navlhčení [mm]	Max. radius navlhčení [mm]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Rychlost šíření roztoku textilií [mm/s]	Jedno směrný přenos kapaliny v textilii [%]	OMMC
	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strany čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla	horní strana čidla	spodní strana čidla		
1. měření	24,62	6,27	6,34	19,79	5,00	10,00	0,20	1,40	221,35	0,36
2. měření	7,68	120,00	37,98	0,00	5,00	0,00	0,64	0,00	-502,89	0,00
3. měření	120,00	3,56	0,00	2,83	0,00	15,00	0,00	1,72	353,66	0,51
4. měření	7,22	16,58	55,70	101,01	5,00	15,00	0,67	2,21	462,06	0,85
5. měření	11,70	5,71	4,52	32,17	10,00	10,00	0,57	1,34	400,90	0,59
Rozptyl	2347,751	2532,854	604,943	1695,734	12,500	37,500	0,089	0,676	156579,687	0,098
Směrodatná odchylka	48,454	50,327	24,596	41,179	3,536	6,124	0,299	0,822	395,702	0,314
Variační koeficient [%]	141,498	165,419	117,639	132,153	70,711	61,237	71,846	61,680	211,588	67,851
95% Interval spolehlivosti	42,471	44,113	21,559	36,095	3,099	5,368	0,262	0,721	346,841	0,275
Horní mez	76,714	74,537	42,466	67,255	8,099	15,368	0,679	2,054	533,857	0,737
Dolní mez	-8,227	-13,689	-0,651	-4,934	1,901	4,632	0,154	0,613	-159,826	0,187

Příloha E - Naznačení bodů měření pomocí TCi na vzorcích ponožek

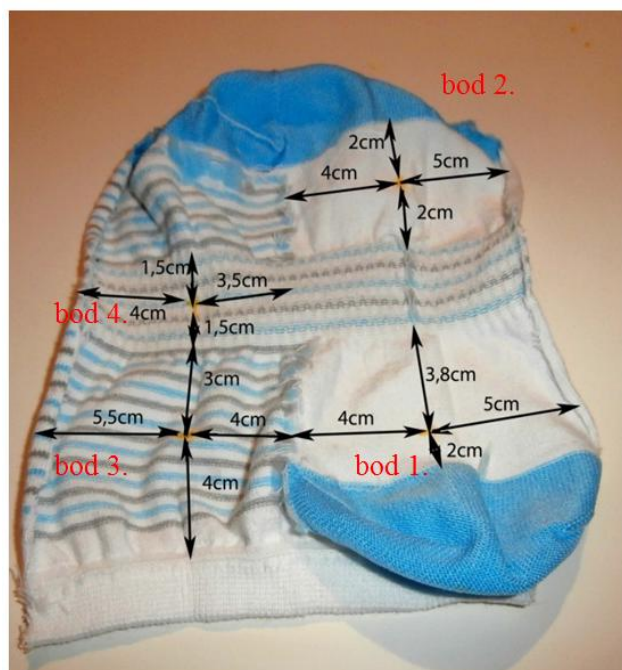
Obrázek 56 Vzorek Z/OS [vlastní]



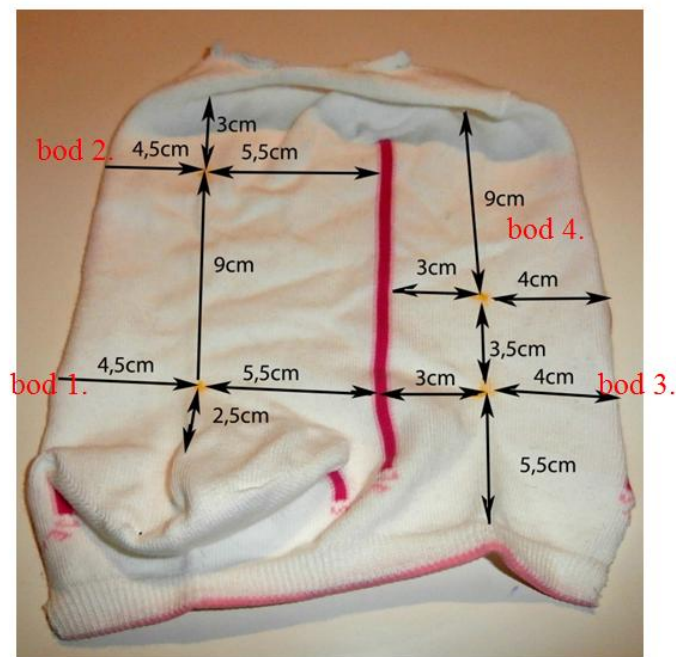
Obrázek 57 Vzorek Z/T9 [vlastní]



Obrázek 58 Vzorek Z/ER[vlastní]



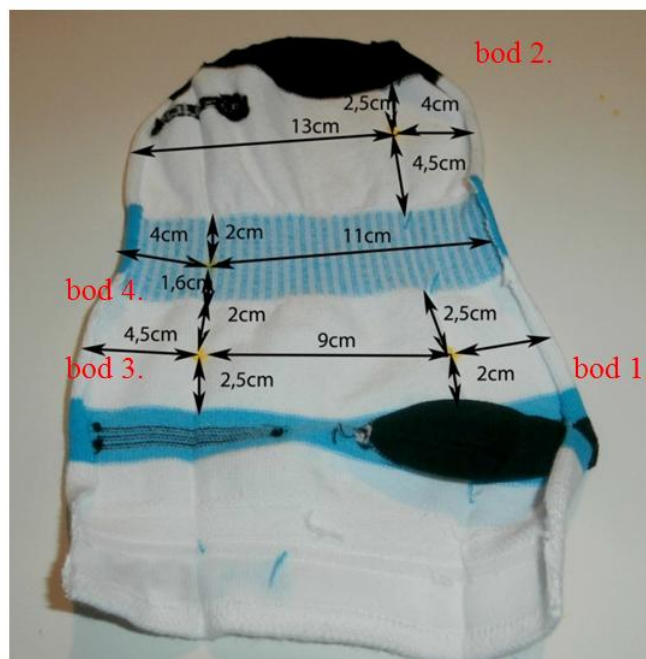
Obrázek 59 Vzorek K/CA[vlastní]



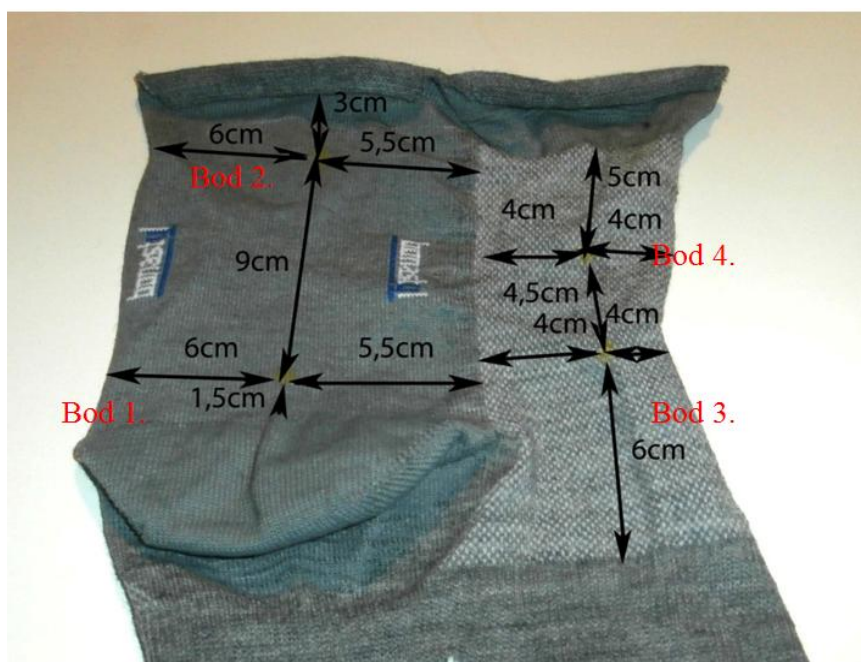
Obrázek 60 Vzorek K/53 [vlastní]



Obrázek 61 Vzorek K/11 [vlastní]



Obrázek 62 Vzorek F/ST [vlastní]



Obrázek 63 Vzorek F/ME [vlastní]



Obrázek 64 Vzorek F/ON[vlastní]

Příloha F - Tabulky s hodnotami dávkování syntetického potu rozprašovačem a nosním sprejem.

Tab. 34 Ukazuje množství syntetického potu v[g], které vydává rozprašovač při jednom zmáčknutí, které bylo opakováno 20 krát a následně byl vypočítán medián a průměr.

n	m [g]
1	1,069
2	1,029
3	1,029
4	1,027
5	1,084
6	1,079
7	0,988
8	1,022
9	1,015
10	1,040
11	1,009
12	0,967
13	1,070
14	0,944
15	1,001
16	1,016
17	0,954
18	1,035
19	1,019
20	1,039
průměr.	1,0218
medián	1,0245
modus	-

Tab. 35 Ukazuje množství syntetického potu v[g], které vydává nosní sprej při jednom zmáčknutí, které bylo opakováno 20 krát a následně byl vypočítán medián, modus a průměr.

n	m [g]
1	0,070
2	0,040
3	0,086
4	0,061
5	0,106
6	0,084
7	0,083
8	0,048
9	0,064
10	0,104
11	0,078
12	0,106
13	0,078
14	0,070
15	0,066
16	0,072
17	0,070
18	0,045
19	0,101
20	0,098
průměr.	0,077
medián	0,075
modus	0,070

Příloha G - SLOŽENÍ ALKALICKÉHO SYNTEICKÉHO POTU

Složení 1l syntetického potu :

- 0,5 g monohydrátu L – histidinmonohydrochloridu ($C_6H_9O_2N_3 \cdot HCl \cdot H_2O$)
- 5 g chloridu sodného (NaCl)
- 5 g dodekahydrátu hydrogenfosforečnanu disodného ($Na_2HPO_4 \cdot 12 H_2O$) nebo 2,5 g dihydrátu středního fosforečnanu sodného ($NaH_2PO_4 \cdot 2 H_2O$) pH roztoku se praví na 8 roztokem hydroxidu sodného o koncentraci ($NaOH$) = 0,1 (mol/l)

Příloha H - Naměřené tepelné parametry na přístroji C-Therm Tci analyzátoru.**Tab. 36 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného Z/OS.**

Tepelná jímavost [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 1 (Z/OS)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	148,65146	153,58869	177,13635	175,06306	156,19801	152,26045
2	150,03151	153,31365	173,04116	176,78978	157,69040	156,08294
3	149,37063	153,17754	174,32133	175,34510	154,56228	155,02730
Průměr	149,35120	153,35996	174,83295	175,73265	156,15023	154,45689
Rozptyl	0,47642	0,04387	4,38896	0,85803	2,44801	3,89688
Směrodatná odchylka	0,69023	0,20945	2,09498	0,92630	1,56461	1,97405
Var. Koeficient	0,46215	0,13657	1,19828	0,52711	1,00199	1,27806
Bod 2 (Z/OS)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	148,73702	148,83561	166,04187	175,22178	167,42825	158,36086
2	146,31787	148,20616	163,67270	165,33450	167,84563	161,63206
3	140,61229	151,09287	170,43852	163,50498	167,01345	159,17497
Průměr	145,22239	149,37821	166,71770	168,02042	167,42911	159,72263
Rozptyl	17,40286	2,30408	11,78666	39,73149	0,17313	2,90015
Směrodatná odchylka	4,17167	1,51792	3,43317	6,30329	0,41609	1,70298
Var. Koeficient	2,87261	1,01616	2,05927	3,75150	0,24852	1,06621
Bod 3 (Z/OS)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	138,89149	155,90457	167,87394	167,03988	167,32879	160,55629
2	143,83434	138,00674	168,56741	164,58468	152,06161	161,01380
3	146,03886	146,57478	166,44620	165,43424	151,97543	161,17789
Průměr	142,92156	146,82870	167,62918	165,68627	157,12194	160,91599
Rozptyl	13,39611	80,13145	1,16981	1,55464	78,13666	0,10377
Směrodatná odchylka	3,66007	8,95162	1,08158	1,24685	8,83949	0,32213
Var. Koeficient	2,56089	6,09664	0,64522	0,75254	5,62588	0,20019
Tepelná jímavost [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 4 (Z/OS)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	155,75805	157,95949	169,22123	169,71800	168,74223	168,12908
2	157,21264	157,44165	167,63016	168,58346	167,17937	166,17804
3	157,14634	158,18853	166,77138	169,49497	168,20869	165,23754
Průměr	156,70567	157,86322	167,87426	169,26548	168,04343	166,51489
Rozptyl	0,67460	0,14641	1,54513	0,36130	0,63112	2,17535
Směrodatná odchylka	0,82134	0,38263	1,24303	0,60108	0,79443	1,47491
Var. Koeficient	0,52413	0,24238	0,74046	0,35511	0,47275	0,88575

Tab. 37 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného Z/T9.

Tepelná jímavost [$\text{Ws}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 1 (Z/T9)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	116,98815	111,39111	135,34178	134,63022	163,16128	160,28506
2	115,45707	110,34663	133,90081	132,21278	160,95317	150,31499
3	115,97422	117,16996	135,47334	132,91339	150,52189	150,10114
Průměr	116,13981	112,96923	134,90531	133,25213	158,21211	153,56706
Rozptyl	0,60662	13,50731	0,76110	1,54706	45,57357	33,86005
Směrodatná odchylka	0,77886	3,67523	0,87241	1,24381	6,75082	5,81894
Var. Koeficient	0,67062	3,25330	0,64668	0,93343	4,26694	3,78918
Bod 2 (Z/T9)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	114,26528	117,41150	132,91769	133,07900	148,93102	146,83088
2	114,06856	119,21700	133,91673	132,05712	148,69483	140,76277
3	114,38441	119,52071	132,92638	132,28384	139,60781	141,13119
Průměr	114,23942	118,71640	133,25360	132,47332	145,74456	142,90828
Rozptyl	0,02544	1,30014	0,32982	0,28799	28,25868	11,57404
Směrodatná odchylka	0,15950	1,14024	0,57430	0,53664	5,31589	3,40206
Var. Koeficient	0,13962	0,96047	0,43098	0,40510	3,64740	2,38059
Bod 3 (Z/T9)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	104,33750	100,80228	119,27829	119,15691	121,21415	123,22399
2	105,20094	103,01896	118,50912	118,24727	123,12047	122,81667
3	103,31358	101,51715	118,88590	119,97827	122,16407	124,55965
Průměr	104,28401	101,77946	118,89110	119,12748	122,16623	123,53344
Rozptyl	0,89267	1,28003	0,14793	0,74973	0,90851	0,83130
Směrodatná odchylka	0,94481	1,13139	0,38461	0,86587	0,95316	0,91176
Var. Koeficient	0,90600	1,11160	0,32350	0,72684	0,78022	0,73807
Bod 4 (Z/T9)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	101,47776	101,52588	119,10832	120,86748	122,37945	121,57740
2	99,96453	101,89625	125,83321	121,88487	124,59367	122,31499
3	100,67936	99,37150	125,53136	124,11417	124,70333	127,22238
Průměr	100,70722	100,93121	123,49096	122,28884	123,89215	123,70492
Rozptyl	0,57305	1,85881	14,42846	2,75764	1,71921	9,41539
Směrodatná odchylka	0,75700	1,36338	3,79848	1,66061	1,31119	3,06845
Var. Koeficient	0,75168	1,35080	3,07592	1,35794	1,05833	2,48046

Tab. 38 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného Z/ER.

Tepelná jímavost [$Ws\frac{1}{2}/m^2K$]						
Bod 1 (Z/ER)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	125,99233	123,23002	168,09071	169,04403	155,89135	156,63156
2	128,05750	124,85295	168,74417	166,39915	155,44131	150,76706
3	128,03116	125,82532	167,96573	165,52906	155,30617	152,04455
Průměr	127,36033	124,63610	168,26687	166,99074	155,54628	153,14772
Rozptyl	1,40373	1,71917	0,17476	3,35125	0,09387	9,51084
Směrodatná odchylka	1,18479	1,31117	0,41805	1,83064	0,30638	3,08396
Var. Koeficient	0,93027	1,05200	0,24844	1,09625	0,19697	2,01372
Bod 2 (Z/ER)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	118,42916	117,03911	152,32162	164,96968	158,81668	155,82186
2	117,05731	117,63605	146,24248	146,82771	155,43889	150,45524
3	117,19194	119,23815	144,13298	144,75935	154,92978	150,28002
Průměr	117,55947	117,97110	147,56569	152,18558	156,39512	152,18571
Rozptyl	0,57180	1,29314	18,07661	123,64453	4,46277	9,92385
Směrodatná odchylka	0,75617	1,13716	4,25166	11,11956	2,11253	3,15021
Var. Koeficient	0,64323	0,96394	2,88120	7,30658	1,35076	2,06998
Bod 3 (Z/ER)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	113,70021	112,45533	144,25577	142,93811	132,63275	136,49152
2	112,63312	113,41704	139,11435	137,39214	133,83832	138,27014
3	114,81104	110,49502	136,61529	132,37709	134,20397	138,05270
Průměr	113,71479	112,12246	139,99514	137,56911	133,55835	137,60478
Rozptyl	1,18600	2,21765	15,17607	27,90730	0,67597	0,94134
Směrodatná odchylka	1,08904	1,48918	3,89565	5,28274	0,82217	0,97023
Var. Koeficient	0,95769	1,32817	2,78270	3,84006	0,61559	0,70508
Tepelná jímavost [$Ws\frac{1}{2}/m^2K$]						
Bod 4 (Z/ER)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	100,52300	112,47986	132,76897	133,81366	139,13005	137,34683
2	99,22313	110,56996	132,32205	134,15690	138,81341	140,62742
3	97,06611	95,60973	133,72416	131,08806	144,24510	138,97871
Průměr	98,93741	106,21985	132,93839	133,01954	140,72952	138,98432
Rozptyl	3,04875	85,34294	0,51301	2,82742	9,29455	2,69058
Směrodatná odchylka	1,74607	9,23812	0,71625	1,68149	3,04870	1,64030
Var. Koeficient	1,76482	8,69717	0,53878	1,26410	2,16635	1,18020

Tab. 39 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného K/CA.

Tepelná jímavost [$\text{Ws}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 1 (K/CA)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	117,89095	119,17648	130,74563	130,47624	166,19681	168,82712
2	118,60041	116,01032	130,78533	129,84370	167,66793	169,91033
3	119,95845	117,16810	132,25710	130,87005	169,10792	169,19868
Průměr	118,81660	117,45163	131,26269	130,39667	167,65756	169,31205
Rozptyl	1,10370	2,56643	0,74203	0,26810	2,11873	0,30298
Směrodatná odchylka	1,05057	1,60201	0,86141	0,51778	1,45558	0,55043
Var. Koeficient	0,88419	1,36397	0,65625	0,39708	0,86819	0,32510
Bod 2 (K/CA)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	117,86478	116,56399	127,27717	127,02943	170,35936	170,90695
2	116,85866	116,05994	127,80082	127,18319	173,92253	171,26111
3	116,09010	116,83938	126,41067	126,15541	172,75180	170,47222
Průměr	116,93785	116,48777	127,16289	126,78934	172,34456	170,88010
Rozptyl	0,79207	0,15624	0,49293	0,30732	3,29843	0,15613
Směrodatná odchylka	0,88998	0,39527	0,70209	0,55436	1,81616	0,39513
Var. Koeficient	0,76107	0,33933	0,55212	0,43723	1,05379	0,23123
Bod 3 (K/CA)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	105,31101	105,90601	127,24699	125,07350	175,23188	176,03986
2	105,66354	106,12565	126,50142	127,24699	175,92658	177,88813
3	103,89696	104,93348	126,72594	127,72739	176,34950	177,23700
Průměr	104,95717	105,65504	126,82478	126,68263	175,83599	177,05500
Rozptyl	0,87410	0,40255	0,14630	1,99966	0,31842	0,87888
Směrodatná odchylka	0,93493	0,63447	0,38249	1,41409	0,56429	0,93748
Var. Koeficient	0,89078	0,60051	0,30159	1,11625	0,32092	0,52949
Bod 4 (K/CA)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	110,93263	112,53420	125,07350	121,90419	162,38268	161,25127
2	112,27803	112,38169	124,80914	123,74471	162,59486	160,52951
3	113,92324	113,21152	125,99233	121,01794	162,74588	159,61513
Průměr	112,37797	112,70914	125,29166	122,22228	162,57447	160,46530
Rozptyl	2,24342	0,19510	0,38568	1,93471	0,03329	0,67233
Směrodatná odchylka	1,49781	0,44171	0,62103	1,39094	0,18246	0,81996
Var. Koeficient	1,33283	0,39190	0,49567	1,13804	0,11223	0,51099

Tab. 40 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného K/53

Tepelná jímavost [$\text{Ws}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 1 (K/53)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	173,76779	175,81220	179,44681	179,49465	180,01855	180,15536
2	175,18239	175,50953	178,62150	177,41267	180,53714	180,64804
3	173,74555	175,56732	177,96073	177,36742	180,18682	180,62413
Průměr	174,23191	175,62968	178,67635	178,09158	180,24750	180,47584
Rozptyl	0,67768	0,02582	0,55436	1,47697	0,07000	0,07717
Směrodatná odchylka	0,82321	0,16068	0,74455	1,21530	0,26457	0,27780
Var. Koeficient	0,47248	0,09149	0,41671	0,68240	0,14678	0,15393
Bod 2 (K/53)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	169,95297	171,88834	177,61710	179,00434	180,81111	180,82966
2	170,92243	171,70008	178,85850	179,05736	180,74072	180,70503
3	171,01161	171,13021	179,56690	177,82040	180,44453	180,95253
Průměr	170,62900	171,57288	178,68083	178,62737	180,66545	180,82907
Rozptyl	0,34475	0,15583	0,97410	0,48910	0,03784	0,01532
Směrodatná odchylka	0,58716	0,39475	0,98696	0,69936	0,19453	0,12375
Var. Koeficient	0,34411	0,23008	0,55236	0,39152	0,10768	0,06844
Bod 3 (K/53)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	167,92641	162,44529	178,33715	177,18450	180,79730	180,64580
2	167,90221	163,28418	178,00985	176,78350	180,86545	180,07395
3	166,65093	162,90411	178,85871	178,53838	179,15382	179,22486
Průměr	167,49318	162,87786	178,40190	177,50213	180,27219	179,98154
Rozptyl	0,53218	0,17645	0,18329	0,84556	0,93922	0,51117
Směrodatná odchylka	0,72951	0,42006	0,42812	0,91954	0,96914	0,71496
Var. Koeficient	0,43555	0,25790	0,23998	0,51805	0,53760	0,39724
Bod 4 (K/53)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	166,58499	164,74704	178,07743	177,53741	179,63723	179,45577
2	165,41289	166,80857	178,04475	177,88331	179,33418	179,22844
3	164,94198	166,61392	176,23654	177,70937	179,92718	179,37629
Průměr	165,64662	166,05651	177,45291	177,71003	179,63286	179,35350
Rozptyl	0,71584	1,29550	1,10994	0,02991	0,08793	0,01331
Směrodatná odchylka	0,84607	1,13820	1,05353	0,17295	0,29653	0,11537
Var. Koeficient	0,51077	0,68543	0,59370	0,09732	0,16507	0,06432

Tab. 41 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného K/11.

Tepelná jímavost [$\text{Ws}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 1 (K/11)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	102,33205	101,70512	129,40308	128,50389	139,07961	139,09145
2	103,28034	100,46427	129,09729	128,71048	139,88767	138,37688
3	102,57155	100,63077	130,34637	128,51529	139,68324	139,16973
Průměr	102,72798	100,93339	129,61558	128,57655	139,55017	138,87935
Rozptyl	0,24317	0,45361	0,42392	0,01348	0,17652	0,19089
Směrodatná odchylka	0,49312	0,67350	0,65109	0,11612	0,42014	0,43691
Var. Koeficient	0,48003	0,66727	0,50232	0,09031	0,30107	0,31460
Bod 2 (K/11)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	103,41418	103,45891	134,87985	133,71496	141,52023	138,03172
2	101,95616	102,64876	134,73263	134,21247	140,10882	140,63081
3	102,34315	102,06010	132,30644	134,89608	140,85268	143,67003
Průměr	102,57116	102,72259	133,97297	134,27450	140,82724	140,77752
Rozptyl	0,57044	0,49325	2,08842	0,35164	0,49850	7,96376
Směrodatná odchylka	0,75528	0,70232	1,44514	0,59300	0,70605	2,82201
Var. Koeficient	0,73635	0,68370	1,07868	0,44163	0,50136	2,00459
Bod 3 (K/11)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	99,29875	97,38806	119,14577	117,85459	127,86797	124,65499
2	95,88558	97,16919	120,90695	117,89028	128,03747	124,78578
3	98,67616	99,24619	120,02818	117,78442	128,09792	124,61585
Průměr	97,95350	97,93448	120,02697	117,84310	128,00112	124,68554
Rozptyl	3,30411	1,30242	0,77544	0,00290	0,01421	0,00792
Směrodatná odchylka	1,81772	1,14123	0,88059	0,05386	0,11920	0,08899
Var. Koeficient	1,85570	1,16530	0,73366	0,04570	0,09313	0,07137
Bod 4 (K/11)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	118,44351	116,92283	148,10246	149,51683	145,98668	144,51572
2	118,19148	116,75084	149,34300	146,22693	145,01296	143,94978
3	118,05492	115,59239	149,05927	143,50934	144,74997	143,68372
Průměr	118,22997	116,42202	148,83491	146,41770	145,24987	144,04974
Rozptyl	0,03886	0,52361	0,42248	9,04975	0,42446	0,18055
Směrodatná odchylka	0,19713	0,72361	0,64999	3,00828	0,65150	0,42491
Var. Koeficient	0,16674	0,62154	0,43672	2,05459	0,44854	0,29498

Tab. 42 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného F/ST.

Tepelná jímavost [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 1 (F/ST)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	136,09677	136,77540	141,13043	142,76362	149,07813	151,70967
2	136,09289	135,39440	141,56031	142,00518	151,99808	152,08978
3	135,83191	136,55209	142,04101	142,81222	151,80584	152,57504
Průměr	136,00719	136,24063	141,57725	142,52701	150,96068	152,12483
Rozptyl	0,02305	0,54955	0,20750	0,20482	2,66724	0,18814
Směrodatná odchylka	0,15181	0,74132	0,45552	0,45257	1,63317	0,43375
Var. Koeficient	0,11162	0,54412	0,32175	0,31753	1,08185	0,28513
Bod 2 (F/ST)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	140,67754	138,90156	146,80972	143,87132	152,76971	152,60583
2	139,75789	138,34993	147,18826	143,64478	152,80122	153,18438
3	139,71171	137,40210	147,54881	144,25537	152,04651	154,52872
Průměr	140,04905	138,21787	147,18226	143,92382	152,53915	153,43964
Rozptyl	0,29679	0,57517	0,13659	0,09527	0,18227	0,97325
Směrodatná odchylka	0,54478	0,75840	0,36958	0,30866	0,42693	0,98654
Var. Koeficient	0,38899	0,54870	0,25111	0,21446	0,27988	0,64295
Bod 3 (F/ST)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	144,66692	145,84502	148,08124	146,73362	161,46300	161,13523
2	144,47372	145,93059	148,37967	147,10180	161,21932	162,39503
3	144,34621	145,50897	148,61211	146,92268	160,14351	162,80638
Průměr	144,49562	145,76153	148,35768	146,91937	160,94194	162,11221
Rozptyl	0,02607	0,04967	0,07082	0,03390	0,49297	0,75817
Směrodatná odchylka	0,16147	0,22286	0,26612	0,18411	0,70212	0,87073
Var. Koeficient	0,11175	0,15290	0,17937	0,12532	0,43626	0,53712
Bod 4 (F/ST)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	89,52909	98,97728	126,99884	125,43104	137,72396	137,84056
2	92,42898	99,61600	126,72869	124,11549	137,68924	135,65955
3	92,94492	98,64020	126,51241	124,54256	138,82074	137,57062
Průměr	91,63433	99,07783	126,74664	124,69636	138,07798	137,02358
Rozptyl	3,39058	0,24563	0,05939	0,45040	0,41407	1,41365
Směrodatná odchylka	1,84135	0,49561	0,24371	0,67112	0,64349	1,18897
Var. Koeficient	2,00946	0,50022	0,19228	0,53821	0,46603	0,86771

Tab. 43 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného F/ME.

Tepelná jímavost [$\text{Ws}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 1 (F/ME)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	114,68163	118,13686	123,76318	121,26100	130,91862	128,79520
2	115,97773	118,29636	125,38023	121,28479	130,16152	128,88955
3	114,46991	118,74560	125,64038	122,72993	130,38887	128,05750
Průměr	115,04309	118,39294	124,92793	121,75857	130,48967	128,58075
Rozptyl	0,66637	0,09964	1,03440	0,70780	0,15092	0,20757
Směrodatná odchylka	0,81632	0,31565	1,01706	0,84131	0,38849	0,45560
Var. Koeficient	0,70957	0,26661	0,81411	0,69096	0,29771	0,35433
Bod 2 (F/ME)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	116,02194	114,51394	129,08302	127,48123	131,56957	134,22754
2	116,84572	114,77589	129,35197	127,35345	131,88550	133,91758
3	116,01723	114,06641	129,41652	128,88117	132,45484	132,97401
Průměr	116,29496	114,45208	129,28384	127,90528	131,96997	133,70638
Rozptyl	0,22751	0,12871	0,03129	0,71835	0,20127	0,42629
Směrodatná odchylka	0,47698	0,35877	0,17688	0,84756	0,44864	0,65291
Var. Koeficient	0,41014	0,31346	0,13682	0,66264	0,33995	0,48831
Bod 3 (F/ME)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	120,03290	123,96459	141,40877	142,73600	146,81991	146,63046
2	120,79359	123,27305	141,27059	142,35248	145,43305	147,85635
3	121,15104	123,59009	141,14864	142,31300	146,65507	148,90804
Průměr	120,65918	123,60924	141,27600	142,46716	146,30268	147,79828
Rozptyl	0,32611	0,11983	0,01694	0,05459	0,57398	1,29937
Směrodatná odchylka	0,57106	0,34617	0,13015	0,23365	0,75761	1,13990
Var. Koeficient	0,47329	0,28005	0,09213	0,16401	0,51784	0,77125
Bod 4 (F/ME)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	123,29892	122,10231	143,28496	144,55659	137,06679	138,78264
2	123,18030	122,42889	143,34828	144,16207	137,29532	139,79602
3	124,55223	122,54226	143,40797	143,47309	138,87849	140,73396
Průměr	123,67715	122,35782	143,34707	144,06392	137,74687	139,77087
Rozptyl	0,57784	0,05218	0,00378	0,30072	0,97349	0,95239
Směrodatná odchylka	0,76016	0,22842	0,06151	0,54838	0,98665	0,97590
Var. Koeficient	0,61463	0,18668	0,04291	0,38065	0,71628	0,69822

Tab. 44 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné jímavosti u vzorku označeného F/ON.

Tepelná jímavost [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 1 (F/ON)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	86,89964	88,07047	116,10337	117,89756	90,43022	90,18910
2	87,39002	86,19749	117,50171	117,06620	90,77946	90,13571
3	85,46610	86,61880	117,79211	116,80535	91,21033	91,19538
Průměr	86,58525	86,96225	117,13240	117,25637	90,80667	90,50673
Rozptyl	0,99949	0,96549	0,81526	0,32535	0,15270	0,35639
Směrodatná odchylka	0,99975	0,98259	0,90292	0,57039	0,39077	0,59699
Var. Koeficient	1,15464	1,12991	0,77085	0,48645	0,43033	0,65961
Tepelná jímavost [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 2 (F/ON)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	83,69862	83,74602	112,85487	112,94837	92,65901	92,74672
2	82,66995	83,87122	107,03851	108,41266	92,98099	92,61491
3	82,51840	83,82214	106,32441	107,75127	92,65713	91,41284
Průměr	82,96232	83,81313	108,73926	109,70410	92,76571	92,25816
Rozptyl	0,41235	0,00398	12,83114	8,00332	0,03476	0,54026
Směrodatná odchylka	0,64214	0,06308	3,58206	2,82901	0,18644	0,73502
Var. Koeficient	0,77402	0,07527	3,29417	2,57877	0,20098	0,79670
Tepelná jímavost [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 3 (F/ON)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	82,22529	82,80671	101,74448	101,00017	95,69403	94,77855
2	81,71390	80,19344	101,49016	101,02430	95,02325	95,87978
3	81,73508	80,76332	101,12706	100,14987	95,29767	95,47714
Průměr	81,89142	81,25449	101,45390	100,72478	95,33832	95,37849
Rozptyl	0,08371	1,88824	0,09629	0,24804	0,11372	0,31048
Směrodatná odchylka	0,28933	1,37413	0,31030	0,49803	0,33723	0,55720
Var. Koeficient	0,35331	1,69115	0,30586	0,49445	0,35372	0,58420
Tepelná jímavost [$\text{Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K}$]						
Bod 4 (F/ON)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	74,64339	79,95675	100,74907	100,38780	94,48616	96,86071
2	73,26326	79,87817	100,66364	100,38763	93,97812	96,33111
3	71,70084	78,73181	99,45399	100,20399	93,20133	96,17480
Průměr	73,20250	79,52224	100,28890	100,32648	93,88854	96,45554
Rozptyl	2,16742	0,47013	0,52463	0,01125	0,41872	0,12923
Směrodatná odchylka	1,47222	0,68566	0,72431	0,10607	0,64708	0,35948
Var. Koeficient	2,01115	0,86222	0,72223	0,10573	0,68920	0,37269

Tab. 45 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného Z/OS.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (Z/OS)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,076484263	0,079604142	0,087390035	0,086560015	0,079272282	0,077808847
2	0,076988902	0,078198401	0,085756276	0,087250874	0,079832	0,079229241
3	0,076746954	0,07814798	0,086264514	0,086672576	0,078662009	0,078835163
Průměr	0,07674004	0,078650174	0,086470275	0,086827822	0,07925543	0,078624417
Rozptyl	6,3701E-08	6,83176E-07	6,99045E-07	1,37398E-07	3,42432E-07	5,3769E-07
Směrodatná odchylka	0,000252391	0,000826545	0,000836089	0,000370672	0,000585177	0,000733273
Var. Koeficient	0,328890447	1,050912776	0,966909419	0,426904288	0,738343325	0,932627871
Bod 2 (Z/OS)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,076515481	0,076551469	0,083016663	0,086623347	0,083554116	0,080084364
2	0,075636162	0,076321923	0,082104066	0,082743419	0,083716419	0,081323876
3	0,073589763	0,077378581	0,08472989	0,082039739	0,083393046	0,080391569
Průměr	0,075247135	0,076750658	0,08328354	0,083802168	0,083554527	0,080599936
Rozptyl	2,25346E-06	3,08889E-07	1,77716E-06	6,09308E-06	2,61426E-08	4,1666E-07
Směrodatná odchylka	0,001501154	0,000555778	0,0013331	0,002468416	0,000161687	0,000645492
Var. Koeficient	1,994964753	0,72413406	1,600676715	2,945527595	0,193510601	0,800859237
Bod 3 (Z/OS)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,072980028	0,079162559	0,083727434	0,083403301	0,083515473	0,080914739
2	0,074740699	0,07266786	0,083997633	0,082454491	0,077735454	0,081088557
3	0,075535196	0,075729211	0,083173146	0,082781905	0,07770366	0,081150963
Průměr	0,074418641	0,07585321	0,083632738	0,082879899	0,079651529	0,08105142
Rozptyl	1,71001E-06	1,05568E-05	1,7667E-07	2,32262E-07	1,11978E-05	1,49848E-08
Směrodatná odchylka	0,001307674	0,003249124	0,000420322	0,000481936	0,003346311	0,000122413
Var. Koeficient	1,757186691	4,283436811	0,502580151	0,581487402	4,201188914	0,151030783
Bod 4 (Z/OS)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,079107808	0,079933218	0,084252973	0,084447361	0,084065853	0,083826772
2	0,079652509	0,079738509	0,083632602	0,084003895	0,083457446	0,083069341
3	0,079627625	0,080019443	0,083299153	0,084360048	0,083857786	0,082706017
Průměr	0,079462648	0,079897056	0,083728243	0,084270435	0,083793695	0,08320071
Rozptyl	9,45881E-08	2,07117E-08	2,34304E-07	5,51885E-08	9,56205E-08	3,26966E-07
Směrodatná odchylka	0,000307552	0,000143916	0,000484049	0,000234922	0,000309226	0,00057181
Var. Koeficient	0,387039378	0,180126258	0,578119373	0,278771832	0,369032176	0,68726549

Tab. 46 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného F/T9.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (Z/T9)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,065506961	0,063679113	0,071732973	0,071484713	0,08190803	0,080812
2	0,065003762	0,063341536	0,071230817	0,070645531	0,081065507	0,077093
3	0,065173459	0,065566875	0,071778936	0,070888066	0,077168777	0,077014
Průměr	0,065228061	0,064195841	0,071580909	0,071006103	0,080047438	0,078306
Rozptyl	6,55383E-08	1,43829E-06	9,24513E-08	1,86507E-07	6,39248E-06	4,71E-06
Směrodatná odchylka	0,000256004	0,001199287	0,000304058	0,000431864	0,002528335	0,00217
Var. Koeficient	0,392475968	1,86816935	0,424775396	0,608206961	3,158545955	2,771348
Bod 2 (Z/T9)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,064613746	0,065646525	0,070889556	0,070945474	0,076586305	0,075822
2	0,064549508	0,066243823	0,071236352	0,070591718	0,076500089	0,073643
3	0,064652665	0,066344633	0,070892568	0,070670104	0,073233429	0,073774
Průměr	0,064605306	0,066078327	0,071006159	0,070735765	0,075439941	0,074413
Rozptyl	2,7138E-09	1,42381E-07	3,97441E-08	3,45196E-08	3,65338E-06	1,49E-06
Směrodatná odchylka	5,20942E-05	0,000377333	0,000199359	0,000185794	0,001911382	0,001222
Var. Koeficient	0,080634502	0,571039726	0,280763202	0,262659779	2,533646765	1,64199
Bod 3 (Z/T9)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,061420471	0,060306816	0,066264161	0,06622389	0,0669085	0,067582
2	0,061694313	0,061003694	0,066009237	0,065922595	0,067546873	0,067445
3	0,061096674	0,060531039	0,066134035	0,066496688	0,06722612	0,068031
Průměr	0,061403819	0,06061385	0,066135811	0,066214391	0,067227164	0,067686
Rozptyl	8,95011E-08	1,26553E-07	1,6249E-08	8,24634E-08	1,01881E-07	9,42E-08
Směrodatná odchylka	0,000299167	0,000355743	0,000127471	0,000287164	0,000319188	0,000307
Var. Koeficient	0,487213055	0,586900726	0,192741913	0,433688894	0,474789486	0,453341
Bod 4 (Z/T9)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,060518671	0,060533781	0,066207774	0,066792822	0,067298269	0,06703
2	0,060044677	0,060650145	0,068461979	0,067132667	0,06804286	0,067277
3	0,060268312	0,059859519	0,068359765	0,067881169	0,068079872	0,068934
Průměr	0,06027722	0,060347815	0,067676506	0,067268886	0,067807	0,067747
Rozptyl	5,62271E-08	1,8221E-07	1,62049E-06	3,10041E-07	1,94448E-07	1,07E-06
Směrodatná odchylka	0,000237123	0,00042686	0,001272986	0,000556814	0,000440963	0,001035
Var. Koeficient	0,39338661	0,707333637	1,880985862	0,827743089	0,650320411	1,528194

Tab. 47 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného Z/ER.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (Z/ER)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,068515903	0,067583676	0,083811825	0,084183714	0,079157616	0,079434595
2	0,069218234	0,06813039	0,084066607	0,083154925	0,07898955	0,077258814
3	0,069209248	0,068459308	0,083763162	0,082818506	0,078939134	0,07772916
Průměr	0,068981128	0,068057791	0,083880531	0,083385715	0,079028767	0,078140856
Rozptyl	1,62346E-07	1,95636E-07	2,65601E-08	5,05896E-07	1,3087E-08	1,31063E-06
Směrodatná odchylka	0,000402922	0,000442307	0,000162973	0,000711264	0,000114398	0,001144826
Var. Koeficient	0,584104106	0,64989926	0,194291279	0,852980045	0,144755247	1,465079303
Bod 2 (Z/ER)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,065982771	0,06552375	0,077831435	0,082602751	0,080256265	0,079131648
2	0,065529749	0,065720624	0,075608871	0,075820895	0,078988649	0,077144314
3	0,065574119	0,066250842	0,07484799	0,075073365	0,07879883	0,077080023
Průměr	0,065695546	0,065831739	0,076096099	0,077832337	0,079347915	0,077785328
Rozptyl	6,23658E-08	1,41425E-07	2,40328E-06	1,72073E-05	6,27833E-07	1,36047E-06
Směrodatná odchylka	0,000249731	0,000376066	0,001550252	0,004148173	0,000792359	0,00116639
Var. Koeficient	0,380134471	0,57125282	2,037228905	5,329626499	0,998588255	1,499498747
Bod 3 (Z/ER)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,064429331	0,064024202	0,074892133	0,074419341	0,07079085	0,072135317
2	0,064081965	0,064337038	0,073058803	0,072451535	0,071209096	0,0727607
3	0,064792168	0,063389429	0,07217872	0,070702361	0,071336269	0,072684053
Průměr	0,064434488	0,06391689	0,073376552	0,072524412	0,071112071	0,07252669
Rozptyl	1,26117E-07	2,33128E-07	1,91638E-06	3,45797E-06	8,14308E-08	1,16348E-07
Směrodatná odchylka	0,000355129	0,000482833	0,001384332	0,001859561	0,000285361	0,000341098
Var. Koeficient	0,551148022	0,755408034	1,886614119	2,564048832	0,401283165	0,470307307
Bod 4 (Z/ER)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,060219353	0,064032171	0,070838024	0,071200523	0,073064353	0,072435606
2	0,059813248	0,063413625	0,07068332	0,071319891	0,072952443	0,073595139
3	0,059142896	0,058692773	0,07116942	0,070257319	0,074888297	0,073010852
Průměr	0,059725165	0,062046189	0,070896921	0,070925911	0,073635031	0,073013866
Rozptyl	2,95509E-07	8,5297E-06	6,1675E-08	3,38824E-07	1,18114E-06	3,36136E-07
Směrodatná odchylka	0,000543607	0,002920565	0,000248345	0,000582086	0,001086802	0,000579772
Var. Koeficient	0,910180905	4,707082223	0,350289659	0,820695242	1,475930677	0,794057778

Tab. 48 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného K/CA.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (K/CA)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,065804805	0,066230382	0,070139406	0,07004673	0,083076603	0,084098992
2	0,066039461	0,065185314	0,07015307	0,06982945	0,08364729	0,084522709
3	0,066490098	0,06556626	0,070660857	0,07018223	0,084208681	0,084244156
Průměr	0,066111455	0,065660652	0,070317778	0,07001947	0,083644191	0,084288619
Rozptyl	1,21294E-07	2,79724E-07	8,83242E-08	3,1672E-08	3,20407E-07	4,63668E-08
Směrodatná odchylka	0,000348273	0,000528889	0,000297194	0,00017797	0,000566045	0,000215329
Var. Koeficient	0,526796832	0,80548917	0,422644024	0,25416725	0,676730111	0,255466841
Bod 2 (K/CA)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,065796159	0,065367315	0,068952313	0,06886803	0,084698814	0,084913945
2	0,06546431	0,065201611	0,069130692	0,06892033	0,086105945	0,085053299
3	0,065211518	0,065457961	0,0686578	0,06857119	0,085641708	0,084743123
Průměr	0,065490663	0,065342296	0,068913602	0,06878652	0,085482156	0,084903456
Rozptyl	8,59719E-08	1,68984E-08	5,70305E-08	3,5457E-08	5,14098E-07	2,41349E-08
Směrodatná odchylka	0,00029321	0,000129994	0,000238811	0,0001883	0,000717006	0,000155354
Var. Koeficient	0,447712228	0,198942716	0,346536179	0,27374601	0,838778483	0,182977283
Bod 3 (K/CA)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,061729276	0,06191847	0,068942042	0,06820491	0,086627379	0,086950322
2	0,061841329	0,061988398	0,068688605	0,06894204	0,086904991	0,087692482
3	0,061281032	0,06160941	0,068764861	0,06910566	0,087074324	0,08743048
Průměr	0,061617212	0,061838759	0,068798503	0,06875087	0,086868898	0,087357761
Rozptyl	8,79016E-08	4,06734E-08	1,69064E-08	2,3025E-07	5,09171E-08	1,41666E-07
Směrodatná odchylka	0,000296482	0,000201677	0,000130025	0,00047984	0,000225648	0,000376386
Var. Koeficient	0,481167603	0,326132849	0,188993395	0,69794507	0,25975706	0,430855522
Bod 4 (K/CA)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,063530797	0,064049823	0,068204906	0,06713913	0,081610231	0,081178882
2	0,063966631	0,064000288	0,068115594	0,06775676	0,081691306	0,080904574
3	0,064502078	0,064270105	0,068515903	0,06684301	0,081749051	0,080558013
Průměr	0,063999835	0,064106739	0,068278801	0,0672463	0,081683529	0,08088049
Rozptyl	2,36674E-07	2,06298E-08	4,41572E-08	2,1735E-07	4,86304E-09	9,68045E-08
Směrodatná odchylka	0,000486491	0,000143631	0,000210136	0,0004662	6,97355E-05	0,000311134
Var. Koeficient	0,760144251	0,224049605	0,307761878	0,69327792	0,085372803	0,384683825

Tab. 49 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného K/53.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (K/53)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,086044477	0,086859	0,088322067	0,08834144	0,088553864	0,088609
2	0,086607625	0,086738	0,087988279	0,08750111	0,088764513	0,08881
3	0,086035647	0,086761	0,08772173	0,08748291	0,088622174	0,0888
Průměr	0,08622925	0,086786	0,088010692	0,0877515	0,088646851	0,08874
Rozptyl	1,07395E-07	4,13E-09	9,04779E-08	2,406E-07	1,155E-08	1,27E-08
Směrodatná odchylka	0,000327712	6,42E-05	0,000300795	0,00049051	0,000107471	0,000113
Var. Koeficient	0,380047848	0,074012	0,341771394	0,55882092	0,121234706	0,127214
Bod 2 (K/53)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,084539418	0,085301	0,087583354	0,088143	0,088875953	0,088884
2	0,084920032	0,085226	0,088084036	0,08816444	0,088847309	0,088833
3	0,084955107	0,085002	0,088370715	0,0876652	0,088726869	0,088934
Průměr	0,084804852	0,085176	0,088012702	0,08799088	0,088816711	0,088883
Rozptyl	5,3149E-08	2,42E-08	1,58801E-07	7,9665E-08	6,25873E-09	2,54E-09
Směrodatná odchylka	0,000230541	0,000156	0,000398498	0,00028225	7,91121E-05	5,04E-05
Var. Koeficient	0,271848515	0,182609	0,452773761	0,32077183	0,089073478	0,056664
Bod 3 (K/53)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,083747854	0,081634	0,087873499	0,08740938	0,088870334	0,088809
2	0,083738435	0,081955	0,087741524	0,08724836	0,088898069	0,088576
3	0,083252464	0,08181	0,088084121	0,08795472	0,088203462	0,088232
Průměr	0,083579584	0,0818	0,087899715	0,08753749	0,088657288	0,088539
Rozptyl	8,0278E-08	2,58E-08	2,98586E-08	1,3704E-07	1,54661E-07	8,41E-08
Směrodatná odchylka	0,000283334	0,000161	0,000172796	0,00037019	0,00039327	0,00029
Var. Koeficient	0,338998768	0,196471	0,196583623	0,42289804	0,443584127	0,327591
Bod 4 (K/53)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,083226909	0,082517	0,087768761	0,08755129	0,088399217	0,088326
2	0,082773668	0,083314	0,08775559	0,08769054	0,088276458	0,088234
3	0,082592077	0,083238	0,087029072	0,08762049	0,08851679	0,088294
Průměr	0,082864218	0,083023	0,087517808	0,08762077	0,088397488	0,088284
Rozptyl	1,06902E-07	1,93E-07	1,7919E-07	4,8478E-09	1,44422E-08	2,18E-09
Směrodatná odchylka	0,000326959	0,00044	0,000423309	6,9626E-05	0,000120176	4,67E-05
Var. Koeficient	0,394572306	0,529669	0,483683217	0,07946293	0,135949081	0,052907

Tab. 50 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného K/11.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (K/11)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,060787237	0,06059	0,069678346	0,069370655	0,073046518	0,073050705
2	0,06108618	0,060201	0,06957361	0,069441269	0,073332589	0,072798347
3	0,060862655	0,060253	0,070002083	0,069374551	0,073260147	0,073078385
Průměr	0,060912024	0,060348	0,069751346	0,069395492	0,073213085	0,072975812
Rozptyl	2,41697E-08	4,46E-08	4,9894E-08	1,57546E-09	2,21204E-08	2,38121E-08
Směrodatná odchylka	0,000155466	0,000211	0,00022337	3,96921E-05	0,000148729	0,000154312
Var. Koeficient	0,255230425	0,35	0,320237056	0,057196918	0,203145561	0,211455976
Bod 2 (K/11)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,059836829	0,059243	0,066220196	0,065792794	0,069153588	0,068063554
2	0,058777878	0,059175	0,066805988	0,065804585	0,069211402	0,068107707
3	0,059642842	0,05982	0,06651329	0,065769617	0,069232028	0,068050343
Průměr	0,059419183	0,059413	0,066513158	0,065788999	0,069199006	0,068073868
Rozptyl	3,17861E-07	1,26E-07	8,57881E-08	3,16496E-10	1,65348E-09	9,02454E-10
Směrodatná odchylka	0,000563792	0,000355	0,000292896	1,77903E-05	4,0663E-05	3,00409E-05
Var. Koeficient	0,948838264	0,59715	0,440358048	0,027041521	0,058762466	0,044129823
Bod 3 (K/11)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,061128439	0,061143	0,071571742	0,071166224	0,073912859	0,072676662
2	0,06066898	0,060887	0,071520407	0,071339228	0,073411016	0,073596344
3	0,06079073	0,060702	0,070677921	0,071577402	0,073675214	0,074681709
Průměr	0,060862716	0,06091	0,07125669	0,071360951	0,073666363	0,073651572
Rozptyl	5,66622E-08	4,9E-08	2,51889E-07	4,26208E-08	6,30204E-08	1,00734E-06
Směrodatná odchylka	0,000238038	0,000221	0,000501885	0,000206448	0,000251039	0,001003664
Var. Koeficient	0,391106939	0,363455	0,704334324	0,289301202	0,340777827	1,362719055
Bod 4 (K/11)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,065987522	0,065485	0,076284152	0,076800431	0,075516325	0,074985648
2	0,065904141	0,065429	0,076736849	0,075603243	0,075164752	0,074782158
3	0,065858994	0,065048	0,076633145	0,074624056	0,075069989	0,074686623
Průměr	0,065916886	0,065321	0,076551382	0,07567591	0,075250356	0,074818143
Rozptyl	4,25164E-09	5,66E-08	5,62476E-08	1,18811E-06	5,53E-08	2,33252E-08
Směrodatná odchylka	6,52046E-05	0,000238	0,000237166	0,001090006	0,00023516	0,000152726
Var. Koeficient	0,098919394	0,36408	0,309812404	1,44036007	0,312502914	0,204129519

Tab. 51 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného F/ST.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (F/ST)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,071997008	0,072235	0,07377403	0,074356882	0,076640036	0,077605671
2	0,071995649	0,071751	0,07392714	0,074085823	0,077712015	0,07774585
3	0,071904306	0,072157	0,07409861	0,074374276	0,07764112	0,077925065
Průměr	0,071965654	0,072048	0,07393326	0,074272327	0,077331057	0,077758862
Rozptyl	2,82317E-09	6,74E-08	2,6367E-08	2,61634E-08	3,59389E-07	2,56301E-08
Směrodatná odchylka	5,31336E-05	0,00026	0,00016238	0,000161751	0,00059949	0,000160094
Var. Koeficient	0,073831825	0,360222	0,21962747	0,217781082	0,775225976	0,205885329
Bod 2 (F/ST)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,073612952	0,072984	0,07581437	0,074753977	0,07799704	0,077936444
2	0,073286596	0,072789	0,07595173	0,074672649	0,078008695	0,078150513
3	0,073270234	0,072455	0,07608271	0,07489199	0,077729884	0,078649526
Průměr	0,073389927	0,072742	0,0759496	0,074772872	0,077911873	0,078245494
Rozptyl	3,7372E-08	7,15E-08	1,8005E-08	1,22954E-08	2,4874E-08	1,33888E-07
Směrodatná odchylka	0,000193318	0,000267	0,00013418	0,000110884	0,000157715	0,000365907
Var. Koeficient	0,263412768	0,367468	0,17667226	0,148295023	0,202427369	0,467639277
Bod 3 (F/ST)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,07504008	0,075465	0,07627643	0,075786782	0,081259481	0,081134736
2	0,074970535	0,075496	0,07638515	0,07592034	0,081166726	0,081614947
3	0,074924659	0,075344	0,07646991	0,075855344	0,080758144	0,08177219
Průměr	0,074978425	0,075435	0,07637716	0,075854155	0,08106145	0,081507291
Rozptyl	3,37718E-09	6,48E-09	9,4068E-09	4,46051E-09	7,1147E-08	1,10279E-07
Směrodatná odchylka	5,81135E-05	8,05E-05	9,6989E-05	6,67871E-05	0,000266734	0,000332083
Var. Koeficient	0,077506929	0,106745	0,12698639	0,088046695	0,329051448	0,40742771
Tepelná vodivost [W/mK]						
Bod 4 (F/ST)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,056834763	0,059737	0,06885762	0,068325813	0,072568273	0,072609327
2	0,057716595	0,059936	0,06876579	0,067881615	0,072556052	0,071844024
3	0,0578743	0,059632	0,06869234	0,068025612	0,072955033	0,072514312
Průměr	0,05747522	0,059768	0,06877192	0,06807768	0,07269312	0,072322554
Rozptyl	3,13856E-07	2,39E-08	6,8578E-09	5,13611E-08	5,14862E-08	1,74E-07
Směrodatná odchylka	0,000560229	0,000154	8,2812E-05	0,00022663	0,000226906	0,000417133
Var. Koeficient	0,974730864	0,258493	0,12041541	0,3328991	0,312142046	0,576767922

Tab. 52 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného F/ME.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (F/ME)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra sejně dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,064749833	0,065886082	0,067762969	0,066924142	0,070198957	0,069470242
2	0,065174612	0,065938833	0,068308623	0,066932085	0,069938565	0,069502516
3	0,064680608	0,066087546	0,068396669	0,067415779	0,070016692	0,069218234
Průměr	0,064868351	0,06597082	0,068156087	0,067090669	0,070051405	0,069396997
Rozptyl	7,15448E-08	1,09144E-08	1,17844E-07	7,92882E-08	1,78547E-08	2,42277E-08
Směrodatná odchylka	0,000267479	0,000104472	0,000343285	0,000281582	0,000133622	0,000155652
Var. Koeficient	0,412340538	0,158360678	0,503674226	0,419703176	0,190747873	0,224292647
Bod 2 (F/ME)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra sejně dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,065189129	0,064694999	0,069568726	0,069021788	0,070423349	0,071344472
2	0,065460048	0,064780667	0,069660836	0,068978277	0,070532421	0,071236648
3	0,065187582	0,064548804	0,069682954	0,06949965	0,070729263	0,070909077
Průměr	0,06527892	0,064674823	0,069637505	0,069166572	0,070561677	0,071163399
Rozptyl	2,46062E-08	1,37454E-08	3,67029E-09	8,36791E-08	2,40379E-08	5,14162E-08
Směrodatná odchylka	0,000156864	0,000117241	6,05829E-05	0,000289273	0,000155041	0,000226751
Var. Koeficient	0,24029739	0,18127754	0,086997564	0,41822716	0,219724785	0,318634842
Bod 3 (F/ME)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra sejně dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,066514858	0,067830782	0,073873145	0,074346999	0,075818068	0,075749388
2	0,066768184	0,067598135	0,073823926	0,074209863	0,075316292	0,076194561
3	0,066887432	0,06770473	0,073780512	0,074195756	0,075758307	0,076577911
Průměr	0,066723491	0,067711216	0,073825861	0,074250873	0,075630889	0,076173953
Rozptyl	3,6201E-08	1,35628E-08	2,14805E-09	6,97998E-09	7,51213E-08	1,71931E-07
Směrodatná odchylka	0,000190266	0,000116459	4,6347E-05	8,35462E-05	0,000274083	0,000414646
Var. Koeficient	0,285155212	0,171994085	0,062778857	0,112518879	0,362395099	0,544340482
Bod 4 (F/ME)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra sejně dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,06760683	0,067205442	0,074543597	0,07500036	0,072337195	0,072941573
2	0,06756697	0,067314837	0,074566294	0,074858445	0,072417497	0,073300107
3	0,068028876	0,067352838	0,074587696	0,074611052	0,072975435	0,073633006
Průměr	0,067734225	0,067291039	0,074565863	0,074823285	0,072576709	0,073291562
Rozptyl	6,55113E-08	5,85619E-09	4,86327E-10	3,88173E-08	1,20849E-07	1,19574E-07
Směrodatná odchylka	0,000255952	7,65257E-05	2,20528E-05	0,000197021	0,000347633	0,000345795
Var. Koeficient	0,377876545	0,113723532	0,029574944	0,263315175	0,478987639	0,471807974

Tab. 53 Ukazuje naměřené hodnoty tepelné vodivosti u vzorku označeného F/ON.

Tepelná vodivost [W/m*K]						
Bod 1 (F/ON)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,056041802	0,056394114	0,065215877	0,065806988	0,057107962	0,057034787
2	0,056189209	0,05583111	0,065676287	0,065532679	0,057214044	0,057018592
3	0,055612118	0,055957478	0,065772157	0,065446756	0,057345074	0,057340524
Průměr	0,05594771	0,056060901	0,065554774	0,065595474	0,05722236	0,057131301
Rozptyl	8,98983E-08	8,72656E-08	8,84359E-08	3,53993E-08	1,41074E-08	3,28962E-08
Směrodatná odchylka	0,00029983	0,000295408	0,000297382	0,000188147	0,000118774	0,000181373
Var. Koeficient	0,535911998	0,526940399	0,453638542	0,286829423	0,20756639	0,317467126
Bod 2 (F/ON)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,055084873	0,055098976	0,064154055	0,064184467	0,057786875	0,057813688
2	0,054779295	0,055136236	0,06227954	0,062719357	0,057885335	0,057773398
3	0,054734353	0,055121629	0,062051721	0,062507437	0,057786301	0,057406718
Průměr	0,054866173	0,055118947	0,062828439	0,063137087	0,057819504	0,057664601
Rozptyl	3,63769E-08	3,5248E-10	1,33092E-06	8,33981E-07	3,25039E-09	5,02836E-08
Směrodatná odchylka	0,000190727	1,87744E-05	0,001153654	0,000913226	5,70122E-05	0,00022424
Var. Koeficient	0,347622867	0,034061686	1,836197637	1,446416944	0,09860378	0,388869491
Bod 3 (F/ON)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,054647494	0,054819867	0,060602446	0,060368837	0,058718774	0,058436773
2	0,054496129	0,05404745	0,060522564	0,060376403	0,058512074	0,058776087
3	0,054502392	0,054215382	0,060408624	0,060102614	0,058596585	0,058651893
Průměr	0,054548672	0,0543609	0,060511211	0,060282618	0,058609144	0,058621585
Rozptyl	7,33414E-09	1,65039E-07	9,48835E-09	2,43154E-08	1,07995E-08	2,94725E-08
Směrodatná odchylka	8,56396E-05	0,00040625	9,74082E-05	0,000155934	0,000103921	0,000171676
Var. Koeficient	0,156996613	0,747319405	0,160975396	0,258671599	0,177311265	0,292853832
Bod 4 (F/ON)	Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
n	Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
1	0,052426722	0,053977787	0,060290147	0,060177039	0,058346873	0,059079291
2	0,052027802	0,053954669	0,060263388	0,060176986	0,058190854	0,058915479
3	0,051578139	0,053618041	0,059885254	0,060119539	0,057952767	0,058867183
Průměr	0,052010888	0,053850166	0,060146263	0,060157855	0,058163498	0,058953984
Rozptyl	1,80238E-07	4,05452E-08	5,12732E-08	1,10107E-09	3,93911E-08	1,23594E-08
Směrodatná odchylka	0,000424544	0,000201358	0,000226436	3,31824E-05	0,000198472	0,000111173
Var. Koeficient	0,816260488	0,37392325	0,376475343	0,055158931	0,341230836	0,188575262

Příloha I - Z průměrované hodnoty ze všech hodnot měřených vzorků tepelné vodivosti.

Tab. 54 průměrované hodnoty ze všech hodnot měřených vzorků tepelné vodivosti [W/m · K].

		Za sucha		Za mokra rozdílné dávkování		Za mokra stejné dávkování	
Označení vzorku		Rub	Líc	Rub	Líc	Rub	Líc
Z/OS	Průměr	0,0765	0,0778	0,0843	0,0844	0,0816	0,0809
Z/T9	Průměr	0,0629	0,0628	0,0691	0,0688	0,0726	0,0720
Z/ER	Průměr	0,0647	0,0650	0,0761	0,0762	0,0758	0,0754
K/CA	Průměr	0,0643	0,0642	0,0691	0,0687	0,0844	0,0844
K/53	Průměr	0,0844	0,0842	0,0879	0,0877	0,0886	0,0886
K/11	Průměr	0,0618	0,0615	0,0710	0,0706	0,0728	0,0724
F/ST	Průměr	0,0695	0,0700	0,0738	0,0732	0,0772	0,0775
F/ME	Průměr	0,0662	0,0664	0,0715	0,0713	0,0722	0,0725
F/ON	Průměr	0,0543	0,0548	0,0623	0,0623	0,0580	0,0581